57.06(43)N

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

MORPHOLOGISCHES JAHRBUCH.

59:26(43) N
ex

EINE ZEITSCHRIFT

FÜR

ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

HERAUSGEGEBEN

VON

CARL GEGENBAUR,

PROFESSOR IN HEIDELBERG.

ELFTER BAND.

MIT 31 TAFELN UND 23 FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1886.

'05.21172.Aug18.

Inhalt des elften Bandes.

Erstes Heft.

Seite

Beiträge zur Kenntnis der Niere der Prosobranchier. Von B. Haller. (Mit Taf. I—IV und 2 Holzschn.) 1

Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns. Von W. Pfitzner. (Mit Taf. V.) 54

Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger mariner Rhizopoden. Von O. Bütschli. (Mit Taf. VI u. VII.) 78

Über die Bedeutung der Linea semicircularis Douglasii. Von B. Solger. (Mit 1 Holzschn.) 102

Bemerkungen über Apseudes. Zur Abwehr gegen Prof. Claus. Von J. E. V. Boas. (Mit 2 Holzschn.) 112

Kleinere Mittheilungen:

Das Trapezium der Cameliden. Von G. Baur. 117

Über das Schulter- und Ellbogengelenk bei Vögeln und Reptilien. Von M. Fürbringer 118

Über Deutung und Nomenklatur der Muskulatur des Vogelflügels. Von M. Fürbringer 121

Anzeige:

G. Retzius, Gehörorgan der Wirbelthiere S. 126.

Zweites Heft.

Schilddrüse und Thymus der Teleostier. Von F. Maurer. (Mit Taf. VIII, IX u. 2 Holzschn.) 129

Weitere Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Von C. K. Hoffmann. (Mit Taf. X—XII u. 1 Holzschn.) 176

Haarspiralen und Haarspindeln. Von R. Bonnet. (Mit Taf. XIII.) . . . 220

Bemerkungen zu der Schrift des Herrn Arnold Brass »Die Organisation der thierischen Zelle« (I. u. II. Theil). Von O. Bütschli 229

Über die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen. Eine vergleichend-anatomische Studie. Von G. Ruge. (Mit Taf. XIV—XVI.) 243

Zur Beurtheilung des Apseudes-Artikels des Herrn Boas. Von C. Claus 31

Drittes Heft.

Seite

Untersuchungen über marine Rhipidoglossen. II. Textur des Centralnervensystems und seiner Hüllen. Von B. Haller. (Mit Taf. XVII—XXIV und 5 Holzschn.) 321

Über die Form der Falten des Corpus ciliare bei Säugethieren. Von H. Virchow. (Mit Taf. XXV.) 437

Zur Kenntnis der Kerntheilung der Protozoen. Von W. Pfitzner. (Mit Taf. XXVI.) 454

Bemerkungen über den »Astragalus« und das »Intermedium tarsi« der Säugethiere. Von G. Baur. (Mit Taf. XXVII.) 468

Kleinere Mittheilungen:

Über die Nervenkanäle im Humerus der Amnioten. Von M. Fürbringer 484

Über das Rudiment einer septalen Nasendrüse beim Menschen. Von C. Gegenbaur 486

Notiz 488

Viertes Heft.

Das Bidder'sche Organ. Ein Beitrag zur Kenntnis der Anatomie, Histologie u. Entwicklungsgeschichte der Geschlechtswerkzeuge einiger Amphibien, besonders der einheimischen Bufoniden. Von E. Knappe. (Mit Taf. XXVIII u. XXIX.) 489

Versuch einer morphologischen Vergleichung der Vorticellinen mit verwandten Ciliaten. Von O. Bütschli. (Mit 7 Fig. im Text.) 553

Beiträge zur Morphologie der Zunge. Von C. Gegenbaur. (Mit Taf. XXX und XXXI sowie 3 Fig. im Text.) 566

Beiträge zur Kenntnis der Niere der Prosobranchier.

Von

Dr. B. Haller.

Mit Tafel I—IV und zwei Holzschnitten.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Themas war mir die Überzeugung maßgebend, dass eine genaue Untersuchung der Niere charakteristischer Formen verschiedener Abtheilungen der Vorderkiemer rascher zu einem Resultate führen würde, als sonst bei einem anderen Organe dieser Thiere der Fall sein dürfte. Dass mein Plan freilich nicht ganz nach Wunsch durchgeführt werden konnte, muss ich um so mehr bedauern, als heute, nachdem wir von verschiedenen Seiten über die Niere anderer Mollusken so wohl unterrichtet sind, gerade die Vorderkiemer in dieser Hinsicht am meisten vernachlässigt wurden; mein Plan war aber undurchführbar, da ich das zu meinem Zwecke nöthige Material in brauchbarem Zustande mir nicht verschaffen konnte. Ich musste mein Augenmerk darum um so mehr auf die marinen Rhipidoglossen lenken, als diese überhaupt sehr alte Formen darstellen, andererseits aber ihre Nierenverhältnisse nicht nur fast gänzlich unbekannt waren, sondern durch die leichtfertige Untersuchung H. von Ihering's[1] selbst eine krasse und äußerst unverständliche Kluft zwischen den so nahe stehenden Gattungen Fissurella und Haliotis geschaffen ward. Ihering giebt nämlich an, dass, während bei Haliotis die rechte[2] Niere in gar keinem weiteren Connex mit der Geschlechtsdrüse steht und die letztere keinen Aus-

[1] Zur Morphologie der sogenannten »Mollusken«. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXIX.

[2] Eine linke giebt es gar nicht.

führungsgang besitzt, die Geschlechtsprodukte vielmehr beim Reifen durch Bersten der Drüsenwand in die Niere entleert würden, bei Fissurella das Endtheil der Niere den Geschlechtsgang aufnehme und gemeinsam mit diesem ausmünde. Abgesehen davon, dass die Geschlechtsdrüse auch bei Fissurella ähnlich wie bei Haliotis thatsächlich gesondert von der Niere nach außen mündet, müssten wir, falls v. Ihering's Angabe dem Thatbestande entspräche, darauf verzichten, in der Organisation der Thiere je zu einem einheitlichen Verständnisse zu gelangen, wenn selbst bei anscheinend so nahe stehenden Formen wie Haliotis und Fissurella in Organen erster Ordnung solche Grundverschiedenheiten vorkämen.

Nach der Kenntnis der Rhipidoglossenniere musste aber daran gedacht werden, die Verhältnisse der Niere höherer Prosobranchier zu erkennen. Dieses ist mir bei den Familien der Doliiden und Muriciden gelungen. Von vielen anderen Formen der Prosobranchier und gerade solchen, von denen wir nicht wissen, in welcher Relation sie zu unseren Thieren stehen, ist es mir nicht geglückt brauchbares Material zu erhalten.

Das Verhältnis der Niere der Fissurella zu jener der Placophoren, deren Niere mit Ergänzungen und Korrekturen meiner ersten Angabe hier rekapitulirt werden soll, lässt sich auch ohne jene der Cyclobranchier verstehen. Dies einerseits, andererseits aber der Umstand, dass ich die Anatomie der Patellen monographisch behandelt zu publiciren hoffe, was mir durch die freundliche Zusendung des durch die italienische Korvette »Chierchia« erbeuteten schönen exotischen Materials durch Professor Anton Dohrn ermöglicht wird, war der Grund, wesshalb ich die Nierenverhältnisse der Patellen in dieser Abhandlung unberührt ließ.

Bei der Beschreibung wollen wir abermals mit jener Form beginnen, welche in der Gruppe der Prosobranchier wohl am niedrigsten stehend, die einfachsten, und auch durch äußere Umstände nicht einseitig modificirten Verhältnisse darbietet. Denn während das Genus Fissurella, wie wir früher gesehen[1], in Bezug auf die Pedalstränge Modifikationen aufwies, die nur ihm eigen sind, hat die Niere ihre primären Verhältnisse durchaus bewahrt.

Retesdorf, bei Schässburg in Siebenbürgen, im Oktober 1884.

[1] Diese Zeitschrift. Bd. IX.

Rhipidoglossen.

A. Fissurella.

Die erste Beschreibung der Niere der Fissurella (costaria Defr.) giebt H. v. Ihering in der oben erwähnten Abhandlung. Der Autor findet die Niere der rechten Seite als einen weiten Sack mit reticulärer Drüsenwand und giebt auch eine Abbildung mit, die dieser Angabe vollständig entspricht. Nach außen zu öffnet sich die Niere, indem ihr Lumen sich in die Öffnung einer rechtsseitig vom After gelegenen Papille fortsetzt. Eine Öffnung der Niere in das Perikardium wurde von Ihering nicht beobachtet, es ist ihm jedoch angeblich gelungen die Beobachtung zu machen, dass die Niere mit der Geschlechtsdrüse kommunicirt, indem letztere sich etwas vor der äußeren Nierenöffnung in die Niere öffnet. Somit mündet die rechte Niere nach v. Ihering gemeinschaftlich mit der Geschlechtsdrüse nach außen. Die linke rudimentäre Niere steht nicht in Verbindung mit der Geschlechtsdrüse. Zum Beweise, dass dem wirklich so ist, führt Ihering an, dass es ihm gelungen sei eine Sonde von der Niere aus (wohl durch einen Riss!) in die Geschlechtsdrüse einzuführen; diese Verhältnisse werden aber nicht abgebildet. Dann will Ihering ein Ei in der Papillarmündung der Niere gefunden haben.

Wie v. Ihering zu der Auffassung kommen konnte, die Niere sei bei Fissurella sackförmig, wo sie in der That eine schöne acinöse Drüse darstellt, ist mir klar. Er schnitt das fest der Niere nach oben aufliegende Perikardium mit einem Stück Niere, das dann die untere Wand des Sackes darstellte, aus dem Thiere und öffnete das nach oben aufliegende Perikardstück durch einen Längsschnitt; auf solche Weise rief er mit dem Skalpell ein Artefact sonder Gleichen ins Leben. Seiner Abbildung wurde dann noch die Papille dem Sacke entsprechend angefügt (Fig. 9). Was die Überführung der Sonde aus der Niere in die Geschlechtsdrüse betrifft, so kann das nur durch einen Riss geschehen sein. Dann fand v. Ihering noch ein Ei in der Nierenpapille. Die Umstände, unter welchen dies geschehen ist, erfahren wir aus der kurzgefassten Arbeit nicht, und so können wir nicht entscheiden, ob das Ei während der Präparation in die Nierenmündung gelangt sei, oder ob dies schon im Leben von außen, aber höchstens nur dem äußeren Rande der Nierenöffnung sich angelegt hatte.

Die Beschreibung der linken Niere entspricht durchaus der Wahrheit, indem sie wirklich auf der ersten Stufe der Entwicklung

stehen blieb. So müssen eben die Verhältnisse aufgefasst werden und Iherings Satz »sie hat noch ganz dieselbe histologische Struktur, ist aber vollkommen rudimentär« ist wohl so zu deuten, dass die Nierenverzweigungen aus irgend welchen Gründen sich rückgebildet haben, während das, was noch vorhanden blieb, der kleine Sack nämlich, noch immer so funktionirt, wie die rechte Niere, so dass sie also nicht außer Funktion kam[1]. Bei manchen Exemplaren fand ich auf Horizontalschnitten sogar noch eine einzige Abzweigung der rudimentären linken Niere; ob freilich diese Abzweigung einem rudimentären Trichtergange entspricht, wie a priori scheinen möchte, hat die genauere ontogenetische Entwicklungsgeschichte zu entscheiden[2].

Um die Präparation der rechten Niere, welche wir jetzt betrachten wollen, vornehmen zu können, möge man stets an Thieren arbeiten, welche in Alkohol getödtet und darinnen einige Tage gelegen waren: freilich darf man nicht zu schwachen Alkohol zum Konserviren verwenden. Ganz frische Thiere eignen sich schon aus dem Grunde nicht zur Untersuchung, da die Schale bei ihnen sehr schwer abzuheben ist und es nur selten gelingt, diese Procedur so zu beenden, dass der Eingeweidesack nicht verletzt wird, wodurch dann einzelne Organe, hauptsächlich die Genitaldrüse, sich stellenweise hernienartig vordrängen und die Untersuchung erschwert wird. Bei einige Tage in Alkohol gelegenen Thieren lässt sich sehr leicht die Schale abheben, ja in vielen Fällen löst sie sich von selbst ab. Hat man auf diese Weise die Schale entfernt, so wird man bereits jetzt hinter dem Herzbeutel auf der rechten Seite die nach hinten reichende Niere an ihrer schwefelgelb bis bräunlichen Farbe erkennen. Sie liegt demnach dorsal und zu oberst von rechts der Leber auf, und bildet hier einen dünnen gelben Überzug. Um aber die Niere in situ vollständig zu erkennen, scheint es geboten mit der

[1] Ganz rudimentär oder absolut rudimentär können wir eine Drüse bloß nennen, wenn sie ganz außer Funktion tritt.

[2] Bis zur Zeit ist P. B. Sarasin der Einzige, der über die ontogenetische Entwicklung des Trichterganges und Trichters etwas angiebt. Vorher schon berichtet er über einen kleinen soliden Fortsatz, der eventuell den Trichtergang vorstellt, doch möchte ich eher seine Fig. 62 und folgenden Satz als über die Nierenmündung in die sekundäre Leibeshöhle (von dem ein Theil als Perikardialhöhle erscheint) berichtend ansehen: »Im Stadium der Fig. 62 mündet die Nierenhöhle in den Mesodermraum, der noch gar nichts Besonderes zeigt.« Vgl. »Entwicklungsgeschichte der Bithynia tentaculata«. Arbeiten aus d. zoologisch-zootomischen Institute zu Würzburg. Bd. VI. pag. 60.

möglichsten Vorsicht den Eingeweidesack hinter dem Herzbeutel abzulösen und auf diese Weise den hinteren eben besprochenen Theil der Niere frei zu legen. Nach diesem Eingriffe wird der Herzbeutel von oben geöffnet, indem man den Enddarm an seinen zwei Eintrittsstellen in das Herz durchschneidet und ihn, eben so mit den zwei Vorhöfen verfahrend, entfernt. Freilich darf dabei der Boden des Herzbeutels nicht im geringsten verletzt werden. Man kann nun den die Niere von oben deckenden Herzbeutel mit etwas Essigsäure aufhellen, um die unterliegende Niere besser zu erkennen. Ein so behandeltes Präparat bildete ich auf Fig. 1 ab. Bevor ich jedoch weiter auf die topographischen Beziehungen der Niere eingehe, möchte ich sie so beschreiben, wie sie sich nach vollständiger Herauspräparirung darstellt. Um die Niere ganz frei zu bekommen, bedarf es vieler Mühe und Ausdauer; besonders der vordere Abschnitt der Niere, welcher sehr innig dem Darme aufliegt, lässt sich schwer intakt ablösen.

Die rechte Niere stellt eine große, sehr schöne acinöse Drüse dar (Fig. 2) mit einem kurzen Ausführungsgang und dem aus dessen Wurzel entspringenden Nierentrichter, welcher sich in den Herzbeutel öffnet. Die langen verzweigten Nierenschläuche liegen ganz lose neben einander, wodurch die Niere jene lockere Form bewahrt, welche sie bei den Stammeltern der Gasteropoden, den Chitonen besitzt. Die Sammelschläuche münden allesammt in einen etwas erweiterten Abschnitt der Niere, welcher, sich dann allmählich verjüngend, den Trichter abtreten lässt, und zum Ausführungsgange wird. Diesen die Acini aufnehmenden Abschnitt der Niere (Fig. 2 *s*), welcher offenbar der Urinkammer der Nudibranchier und theilweise dem Nierenkörper der Chitonen entspricht, wollen wir auch hier der Übereinstimmung halber als Urinkammer bezeichnen.

Obgleich die rechte Niere keine kompakte Drüse darstellt, so passt sie sich doch ihrer Lage an und erlangt auf diese Weise eine bestimmte Gestalt, nach welcher wir sie, obgleich sie überall in allen ihren drüsigen Theilen die gleiche Struktur aufweist, in mehrere Abschnitte, respektive Lappen zerlegen und diese je nach ihrer Lage als vorderen (*y*), linken (*v*) und rechten (*h*) Lappen bezeichnen wollen; die zwei letzteren bilden den hinteren Abschnitt der Niere. Diese Benennungen sind erstens schon der besseren Beschreibung halber geboten, zweitens aber werden wir sehen, dass im Laufe der phyletischen Entwicklung der vordere Lappen vom hinteren sich auch äußerlich sondert, welche Sonderung selbst zu einer

getheilten Funktion der beiden Abschnitte, mit verschiedenem histologischen Charakter führen kann.

Die Gestalt des hinteren einheitlichen Lappens ist nach hinten konkav, nach vorn und rechts konvex, indem er sich auf der rechten Seite der Leibeswand anlegt. Er hat die Gestalt eines Ammonshornes wobei die linke Seite des Nierenlappens der Mündung desselben entspricht, während die Hornspitze nach hinten der Leber (Fig. 1 und 2) aufliegt. In dieser Form breitet er sich in dünner retikulärer Lage, zwei bis dreischichtig, nach hinten gegen die Leber und die innere Magencurvatur aus. Rechterseits stößt er an den oberen Rand der Geschlechtsdrüse[1]. Der vordere Theil des hinteren Lappens liegt unter dem Herzbeutel, und zwar dem in denselben eintretenden Enddarm an, den er rechterseits umgiebt (Fig. 1).

Der vordere Lappen der Niere (Fig. 2 *y*) ist gleich dem hinteren von lockerem Gefüge und seine Schläuche treten von vorn und unten in die Urinkammer. Er ist auf Präparaten wie in Fig. 1 nicht sichtbar; um ihn zu sehen muss das Dach der Kiemenhöhlen (*w*) abgetragen, der Kiemenhöhlengrund eröffnet und so die Eingeweide freigelegt werden. Er liegt hier nicht einfach den Eingeweiden auf, sondern einzelne seiner Sammelgänge und Acini legen sich um die Darmschlinge und in die Fugen der Leberlappen. Trotz dieser Lage bleibt auch hier die Niere außerhalb der sekundären Leibeshöhle, wie dies bei Chitonen[2] der Fall ist, denn zwischen ihr und dem Darme resp. den Leberläppchen liegt das Epithel der sekundären Leibeshöhle.

Der Nierentrichter liegt ganz unter dem Perikardium und zweigt gerade an der Stelle des Nierenganges ab, wo letzterer vom Enddarme rechts gelegen sich nach außen zur Papille oder äußeren Nierenmündung begiebt (Fig. 1). Er hat die Gestalt eines Matrosentabakspfeifchens und sein Stiel, mit dem er in das Ende der Urinkammer mündet, ist ziemlich lang und eng (Fig. 2 *t*). Der Trichter ist ziemlich geräumig, verengt sich jedoch gegen die Perikardialöffnung, welche letztere im Vergleich mit jener anderer Prosobranchier ziemlich eng ist. Die Lage des Trichters unter dem Perikardium ist dabei eine derartige, dass seine gekrümmte Achse von vorn nach hinten und rechts sich wendet, so dass der Trichter nicht in die Längsachse des

[1] Diese topographischen Verhältnisse giebt am besten wieder Taf. V Fig. 14 in meiner Arbeit »Untersuchungen über marine Rhipidoglossen« I. Dieses Jahrbuch Bd. IX.

[2] Arbeiten a. d. zoologischen Institut zu Wien. Bd. V.

Körpers zu liegen kommt, da er von letzterer sich nach links befindet (Fig. 1). Er liegt somit auch von der Längsachse des Herzens und des ihn durchbohrenden Enddarmes nach links. Die Mündung des Trichters in das Perikardium liegt nach links und etwas vorn von jener Stelle, wo der Enddarm behufs Durchbohrung des Herzens in dessen Beutel tritt. Der oberhalb des Trichterursprunges sich fortsetzende Gang der Niere wird zum Endgange des letzteren, welcher mit einer Papille nach außen mündet. Die Lage dieser Papille ist von v. Ihering in seiner 8. Figur der citirten Abhandlung richtig, wenn gleich schematisirt, abgebildet.

Bevor wir jedoch auf die äußeren Verhältnisse näher eingehen, möge der Endgang der rechten Niere besprochen werden. Dieser Gang begiebt sich nach dem Austritte aus dem Eingeweidesacke, wo er stets als median abgeplatteter, an seinen Rändern etwas verbreiterter Gang über der rechten Kiemenarterie gelegen ist (Fig. 3 *rn*), an die rechte Seite des Afters, wo er in jene Papille übergeht. Wenn man das Kiemenhöhlendach nach hinten umschlägt, wird man die Lage der Nierenpapille sowohl, als die ganze Topographie dieser Gegend am besten erkennen können (Fig. 4). In der Körperachse sieht man die äußere Haut in Form eines Kreuzes sich erheben, wobei die lange Kreuzachse nach vorn in den Afterschlitz des Mantels (*asp*) übergeht, hinten dagegen in zwei Schenkel sich verbreiternd allmählich verstreicht. Die zwei Arme des Kreuzes gehen in die zwei Kiemen über; die Mitte des Kreuzes wird vom After eingenommen (*a*). Nach unten und rechts vom After der kreuzförmigen Erhebung noch aufliegend, erkennt man auf der Papille die äußere Mündung der Niere (*rn*). Diese Papille hat eine etwas ovale Form und ihre schlitzförmige Öffnung liegt nicht in der Körperachse, sondern divergirt von ihr etwas nach rechts.

Um die Struktur der rechten Niere genauer zu erkennen ist es geboten ihre Epithelschicht zuvor von den in ihren Elementen enthaltenen Exkretionsprodukten zu befreien, was bei der Härtung des Organes in Alkohol, wenn auch nicht ganz vollständig doch noch am besten gelingt.

Zu innerst finden wir die wimpernden Elemente der Niere. Es sind meist lange schmale Zellen von äußerst zarter Konsistenz (Fig. 5), vermöge welcher Eigenschaft sie meistens bei der Härtung schrumpfen und aus diesem Grunde mit Chromsäure gar nicht zu konserviren sind. Man erkennt in allen Fällen, dass die oberen Enden der Zellen immer aufgetrieben sind und sich abrunden. Der

Zellleib scheint äußerst zarte Protoplasmafäden zu tragen, die ich stets gleichmäßig in der Zelle vertheilt erkennen konnte. Dabei war weder eine netz- noch eine stäbchenförmige Anordnung an diesen Zellen wahrzunehmen, womit ich freilich diese Stadien der Anordnung hier nicht absolut leugnen möchte. Die stäbchenförmige Anordnung kann aber bei den von mir untersuchten Vorderkiemern, wenn sie vorkommt, nicht so deutlich ausgesprochen sein, wie in der Niere der Cephalopoden[1], sonst hätte ich sie selbst bei kürzerer Beobachtung erkennen müssen. Nach der Härtung erscheinen die basalwärts gelegenen Kerne oval bis langgestreckt, oft aber auch rundlich. Diese durch die Schrumpfung bedingte Gestaltveränderung der Kerne wird am auffallendsten, wenn wir auf Isolationspräparaten (Glycerin, Essigsäure, Aqua dest.) ihre Kugelform erkannten. Auch bei solchen Präparaten zeigt der Kern kein deutliches Kernkörperchen, vielmehr erscheint er bei Trockensystemen gleichmäßig granulirt (Fig. 6); seine Lage ist auch dann eine basale. Der Kern nimmt nur sehr langsam die Karmintinktion an, kann sich aber dann intensiv färben. Ganz unkenntlich ist Kern und Zellleib, wenn die Nierenzellen mit ihren Exkrettropfen erfüllt sind (Fig. 5 links). Dieses ist der Zustand des bräunlich Gefärbtseins der Niere, welches in den meisten Fällen sich trifft. Gelb gefärbt ist die Niere nur dann, wenn die Exkrettröpfchen in geringer Zahl sich vorfinden. Diese letzteren sind grünbraun gefärbt.

Wir wollen diese Nierenzellen aus später, im zusammenfassenden Abschnitte, zu erörternden Gründen als ursprüngliche Nierenzellen deuten und hier noch einmal betonen, dass sie nur selten wenig Sekrettropfen enthalten, meistens von diesen dicht erfüllt sind, und hinzufügen, dass Exkrete in der Urinkammer der Niere nur in sehr geringer Quantität sich vorfinden. Ich betone dies hier aus dem Grunde, weil wir, wie ich vorgreifend erwähnen will, durch den Umstand, dass das Exkret nach Verlassen des Zellleibes sofort, oder doch bald aus der Niere entleert wird, primäre morphologische Zustände besser gewahrt finden, als bei Schnecken, bei denen sich, aus mir weiter nicht bekannten Gründen, die aus den Zellen entleerten Exkrete noch längere Zeit hindurch innerhalb der Niere aufhalten. Durch diesen längeren Aufenthalt wird nicht nur

[1] Siehe C. Grobben, »Morphologische Studien über d. Harn- und Geschlechtsapparat etc. d. Cephalopoden«. Arbeiten a. d. zoolog. Institut zu Wien. Bd. V.

eine Vergrößerung der Urinkammer herbeigeführt, sondern die Urinkammer wird durch die herbeigeführte Arbeitstheilung von der excernirenden Funktion enthoben und dient nunmehr ausschließlich als Reservoir für die Exkrete. Bei Fissurella ist die durchaus noch nichts Anderes als den Sammelabschnitt einer acinösen Drüse darstellende Urinkammer vollständig von demselben absondernden Epithel bekleidet, wie die Nierenverzweigungen; der einzige Unterschied, den die Urinkammer gegenüber den Nierenschläuchen aufweist, würde der sein, dass die Zellen niedriger sind, was jedoch keinen wesentlichen Unterschied abgiebt, da ja auch innerhalb der Nierenschläuche, je nach dem Orte ihres Vorkommens die Höhe der Zellen zwischen 0,27 mm schwankt. Die Zellen der Urinkammer, die stellenweise auch, wenngleich weniger schwanken, beträgt 0,36 mm.

Auf die Epithelschicht der Niere folgt nach außen ihre dünne homogene, mit eingestreuten ovoiden Kernen versehene Membrana propria (Fig. 5), welche sich von der Niere aus auch auf den Trichtergang und Trichter fortsetzt. Das hohe Cylinderepithel des Trichters und Trichterganges (Nierenspritze R. Bergh's bei Nudibranchiern) trägt lange, starke Flimmern und stellenweise erheben sich von ihrer Muscularis (ähnlich wie bei Haliotis und den Trochiden) falten- und zottenartige Bildungen (Fig. 22).

Den geschilderten Bau bewahrt die Niere bis zu ihrem Übergange in die Papille, wesshalb wir den äußerlich als Ausführungsgang erscheinenden Theil, nämlich jene vom Trichterstiel an in die Papille sich fortsetzende Strecke, nicht als bloßen Ausführgang bezeichnen können: denn er leitet zwar das Exkret in die Papillaröffnung, excernirt jedoch gleichfalls, wie dieses aus seiner Struktur hervorgeht.

Die Papille selbst, oder vielmehr ihr äußerst kurzer, äußerlich kaum erkennbarer Gang, ist jedoch von anderer Struktur als die Niere. Er trägt viele Falten und Zotten (Fig. 14), von denen sich besonders jene um die Öffnung herum an Größe auszeichnen: manche dieser Zotten sind sogar mit Nebenzotten besetzt, erscheinen ramificirt (Fig. 23). Das Epithel wird von hohen flimmernden Zellen, mit basalwärts gelegenen durch Karmin äußerst intensiv sich färbenden ovoiden Kernen gebildet. Der Zellleib selbst und das ganze Epithel sticht äußerst scharf gegen jenes der äußeren Haut ab.

Wir halten die Besprechung der rechten Niere für beendet und wollen, bevor wir auf die Besprechung der bereits erwähnten linken Niere eingehen, die Mündungsverhältnisse der Geschlechtsdrüse er-

örtern und dies bloß aus dem Grunde, weil seit Iherings oben citirter Arbeit die Meinung Platz gegriffen zu haben scheint, die Geschlechtsdrüse münde in die Niere.

Die Geschlechtsdrüse liegt, der Form nach ein weiter gelber Sack, dem hinteren Drittel der Körperhöhle der lateralen Leibeswand hufeisenförmig fest an, wie dieses am besten in meiner bereits citirten ersten Abhandlung über die Rhipidoglossen auf Fig. 14 dargestellt wurde. Nach vorn zu und rechts tritt aus diesem Sacke ein feinwandiger Kanal ab, der der Leibeswand erst anliegend nach oben und innen biegt (Fig. 12). Das Lumen des Hodens ist nicht rund, sondern einzelne Falten des Keimepithels ragen zapfenförmig in dasselbe ein. Aber auch beim Ovarium scheint dieser Gang nicht mit einem anderen Epithel ausgekleidet, als mit jenem der Keimlage. Nach unten von ihm liegt die Urinkammer (*N*), lateralwärts folgen Nierenschläuche (*N'*). Auf einem nach vorn folgenden Querschnitt (Fig. 13) mündet der verengte Geschlechtsgang in einen mit sehr hohem, eigenthümlichen Epithel ausgekleideten Gange (*g*), welcher, etwas nach hinten biegend (Fig. 12), spaltförmig an der rechten Kiemenwurzel mündet (Fig. 4 *gö*). Sein hohes Epithel endigt nicht an der spaltförmigen Öffnung, sondern setzt sich als ein gefalteter Wulst nach oben zu auf den Afterdarm fort (Fig. 14 *w*). In dieser Form als eine einfache Epithellage umgiebt der Wulst auch noch die Aftermündung, und da er in beiden Geschlechtern vorkommt, so mag er eine gewisse Beziehung zu den Geschlechtsprodukten haben, wie die aus ihm im Laufe der Phylogenie entstandene Hypobranchialdrüse der Haliotis besitzt; bei Haliotis nämlich, wie bei vielen anderen, sondert jene Bildung nach Art der Eiweißdrüse der Nudibranchier und der gleichnamigen der Pulmonaten die Umhüllung des Eies ab. Das hohe Epithel ist äußerst zart und sein Glanz erinnert an manche gallertartige Stoffe; der Zellleib, welcher sich in keinem Falle mit Färbemitteln tingirt, erscheint durch die Zellmembran, scheinbar wenigstens, homogen. Der Kern der Zellen ist rund und rückt durch die bei der Härtung bedingte Schrumpfung des Zellleibes immer in das obere Ende desselben. In jeder Beziehung gleicht dieses Epithelium jenem, welches die Ausführungsgänge der Ovarien der Placophoren auskleidet, und welches ich seiner Zeit beschrieben habe[1]. Somit mündet bei Fissurella costaria

[1] »Organisation d. Chitonen d. Adria.« I. Fig. 41. Arbeiten a. d. zoolog. Institut zu Wien. Bd. V.

Defr. die rechte Niere getrennt von der Geschlechtsdrüse aus.

Weiterhin hätten wir die linke sehr reducirte Niere zu besprechen. Sie ist ein von Ihering richtig beschriebenes Säckchen von ganz geringer Größe. Ihre Weite beträgt 1,82 mm, während ihre Länge 5 mm nicht überschreitet. Sie hat keine Ausbuchtungen und nur manchmal ist der bereits erwähnte Fortsatz zu sehen; sie besitzt also die Gestalt einer tubulösen Drüse. Die Elemente ihrer Epithelschicht sind äußerst niedrig und schließen einen runden Kern in sich. Der Zellleib wird stets von dunkelgelben Exkrettropfen erfüllt gefunden, wodurch die Annahme gestattet ist, dass die linke Niere noch ausscheidet. Freilich wird die experimentelle Untersuchung hier das letzte Wort abzugeben haben, was jedoch bei der Subtilität des Organes wohl schwierig sein möchte.

Die Mündung der rudimentären linken Niere befindet sich unter der linken Kiemenwurzel (Fig. 4 *ln*). Bemerkt sei aber, dass während die kleine Papille der linken Niere der Kiemenwurzel unterhalb jener kranzförmigen Erhabenheit lateral anliegt, die Papille der rechten Niere auf das Kreuz geschoben wurde und zugleich eine Annäherung an die linke Körperseite erfahren hat, eine Thatsache, die an und für sich anscheinend von geringer Tragweite sein mag, beim Vergleich mit den höheren Prosobranchiern jedoch von Bedeutung ist, wie wir dieses später sehen werden. Die Mündung der Papille der linken Niere entbehrt jener Faltungen ihres Epithels oder zeigt sie doch sehr undeutlich.

Wir hätten somit in der linken Niere ein rückgebildetes Organ, bei welchem sich sowohl die Nierenverzweigungen als auch der Nierentrichter rückgebildet haben und im Ganzen bloß ein stark in der Quere abgenommenes Stück des Halstheiles der acinösen Drüse erhalten worden ist.

B. Haliotis.

Von der Gattung Haliotis untersuchte ich die bei Triest sehr gemeine H. tuberculata L. H. v. Ihering fand bei dieser Art zwei Nieren, wobei die rechte die mächtigere war; ihre beiden Mündungen nach außen will Ihering, im Gegensatz zu Cuvier[1] und

[1] Cuvier, »Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques«. Paris 1817.

B. J. Feider[1], die nur eine Nierenmündung auffinden konnten, gleichfalls erkannt haben. »Durch die linke Öffnung,« meint Ihering, »gelangt man in einen kleinen Sack, welcher dadurch ein eigenthümliches Aussehen besitzt, dass seine Wandung nicht mit dem bekannten schwammigen Netzwerke, wie das Bojanus'sche Organ der rechten Seite, überzogen ist, sondern eine Menge von isolirten kleinen Zapfen und Falten trägt. Die Zellen dieser Anhänge enthalten aber dieselben Harnkonkremente wie diejenigen des großen rechten Bojanus-schen Organes. Eine derartige Beschaffenheit des Bojanus'schen Organes fand ich auch bei Turbo.« Eine Mündung der Geschlechtsdrüse findet Ihering nicht, sondern erinnert, wie bereits erwähnt, daran, dass die Geschlechtsdrüse zur Zeit der Brunst mit der Nierenwand verwachse und durch nachträgliche Berstung ihren Inhalt in die Niere entleere. Dies ist Alles was wir durch v. Ihering über die Niere der Haliotis erfahren. Zu der Litteratur von Ihering sind nur die paar bereits oben genannten Angaben zu erwähnen und somit können wir auf die eigenen Beobachtungen übergehen.

Vor Allem möchte ich betonen, dass eine selbst noch so rudimentäre linke Niere, und in Beziehung damit auch die linke Papille der Gattung Haliotis gänzlich abgeht, wovon wir uns sowohl an Totalpräparaten als besonders an Querschnittserien am besten überzeugen können. Ihering verwechselte die Öffnung der rechten Niere mit der Geschlechtsöffnung und hielt jene der ersteren für die Mündung der von ihm vorhanden geglaubten linken Niere. In Wirklichkeit liegen jedoch die Verhältnisse wie folgt.

Die Niere der Haliotis zeigt in vieler Beziehung Ähnlichkeiten mit jener der Fissurella, während sie in anderen Punkten an die Verhältnisse, wie sie die Trochiden aufweisen, mehr oder weniger direkt anknüpft. Die hauptsächlichen Ähnlichkeiten mit der Niere der Fissurella bestehen in ihrem noch immer lockeren Gefüge, wodurch sie auch äußerlich die Form einer acinösen Drüse bewahrt. Diese Lockerheit ist jedoch nicht mehr so groß wie bei Fissurella, und desshalb haftet die Niere den einzelnen benachbarten Organen fester an, so dass dadurch ihre Präparation erschwert wird. Durch das Bestreben kompakter zu werden, hat sich der vordere Lappen (Fig. 8 *y*)[2] von dem hinteren bedeutender gesondert. Der Hinter-

[1] B. J. Feider, »De Halyotidum structura«. Diss. inaug. bei J. F. Meckel gearbeitet. Halae 1814 (citirt nach Ihering).

[2] Auf unserer Abbildung ist die Niere von Haliotis nur halb so groß dargestellt, wie jene der Fissurella auf Figur 2.

lappen erfährt durch die durch die Torsion bedingte Lageveränderung der Organe, hauptsächlich aber dadurch eine Gestaltveränderung, dass der rechte Schließmuskel sich zum Spindelmuskel ausbildete[1]. Dieser Spindelmuskel übt nämlich einen Druck lateralwärts auf den rechtsseitigen Hinterlappen, wodurch sich dieser hauptsächlich in zwei Richtungen entfaltet hat; er zieht sich in zwei Zipfel aus, wovon der vordere (Fig. 8 *h'*) dem Spindelmuskel angelagert nach vorn zu liegen kommt, während der hintere, kürzere (*h*), sich lateral dem Körper anlegt. Der dritte nach links ziehende Zipfel (*v*) des Hinterlappens legt sich mit seinem inneren Rande von hinten her, und zwar von rechts nach links, fest der Perikardialwand an (Fig. 9 *v*) und bedingt durch seinen konkaven Innenrand die Aushöhlung des Perikardialraumes nach hinten gegen den Eingeweidesack zu. Auch der Vorderlappen der Niere (Fig. 8 *y*) hat ein kompakteres Gefüge erhalten als es bei Fissurella der Fall war, und legt sich in dieser Form nach hinten theilweise der Leber, nach vorn zu dem Magenende und dem rücklaufenden Mitteldarmabschnitte[2] an. Durch seine braunrothe Farbe wird er an Alkoholthieren bereits unter der Haut sichtbar, besonders wenn diese durch etwas Essigsäure aufgehellt wurden. Die Sammelgänge des Vorder- und Hinterlappens münden in eine mäßig weite Urinkammer (Fig. 8 *s*). Auf Querschnitten sieht man, dass die Urinkammer als ein etwas abgeplatteter Sack unter dem Enddarme (Fig. 15 *ed*) liegt, welcher ihr nach oben und rechts auflagert. Nach vorn, etwas vor ihrem verengten Halse, welcher, wie wir gleich sehen werden, in den Papillargang führt, zweigt aus ihrer unteren Wand der Trichtergang ab (Fig. 8, 15 *tg*). Dieser setzt sich in einen in das Perikard mündenden, weiten, jedoch nicht pfeifenförmigen Trichter fort (Fig. 8 *t*). Die Mündung des Trichters hat durch die Körpertorsion gleichfalls eine Lageveränderung erfahren: ähnlich wie bei Fissurella in der linken Körperhälfte liegend, hat sie sich von dem (scheinbar) in das Perikardium eintretenden Darmtheil entfernt, und sich dessen Austrittsstelle genähert (Fig. 9 *t*).

Wir kommen nun auf die äußere Mündung der Niere zu sprechen und haben, um die Sache möglichst kurz und verständlich zu erledigen, die Topographie der Aftergegend vorzuführen. In Figur 7 habe ich diese Gegend abgebildet, indem ich von rechts, an dem Spindel-

[1] Siehe meine erste Studie über Rhipidoglossen, l. c. pag. 39, 40.

[2] Meine erste Arbeit pag. 11 Fig. 1 *B*, ferner Lacaze Duthiers' Abbildung in seiner Abhandlung über das Nervensystem der Haliotis. Ann. sc. nat. Tom. XII. 1859.

muskel die Kiemenhöhle eröffnet und das Dach der Kiemenhöhle von der Kiemenwurzel an nach hinten umgeschlagen habe.

Der in die Kiemenhöhle vorragende Afterdarm (*ad*) ist bei Haliotis bekanntlich sehr lang. Die schon oft erwähnte faltenförmige Hypobranchialdrüse (*hd*), welche bei Haliotis ihre volle Entfaltung erlangt hat und nun ihre rechtsseitige, definitive Lagerung in der Kiemenhöhle besitzt, ist linkerseits durch eine stärkere Längsfalte mit dem Afterdarme verbunden. Diese Längsfalte umschlingt oben durch Fortsätze förmlich das Afterdarmende.

Der linken Kieme genähert und deren Wurzel einnehmend erkennen wir eine papillenförmige Erhabenheit mit einer Öffnung an ihrer Spitze (*gö*). Diese Öffnung ist nichts Anderes als die der Geschlechtsdrüse und führt ähnlich wie bei der Gattung Fissurella in eine sackförmige Genitaldrüse, welche freilich durch die beginnende Torsion des Körpers abermals Lageveränderung von untergeordneter Bedeutung erfahren hat. Die schlitzförmige Mündung selbst hat ihre Lagerung unter der rechten Kiemenwurzel beibehalten, mit dem Unterschiede jedoch, dass der äußere Theil derselben, wie erwähnt, sich papillenförmig verlängert hat. Nach oben zwischen rechter Afterdarmwand und rechter Kieme hängt dann diese Genitalpapille mit der Hypobranchialdrüse durch dessen Falten eng zusammen und auch sie trägt an ihrem äußeren Rande jenes Epithel der Hypobranchialdrüse.

Die Mündung der Genitaldrüse wurde von Ihering, wie bereits erwähnt wurde, für die Mündung der rechten Niere gehalten, während die gleich zu besprechende Mündung der rechten Niere für die Mündung einer angeblichen linken Niere angesehen wurde.

Eine andere wenig linksseitig von der Achse des Afterdarmes gelegene Papille (*rn*), welche jedoch die Wurzel der linken Kieme nicht erreicht, trägt die schlitzförmige Öffnung der rechtsseitig gelegenen Niere. Wir hätten somit die topographischen Verhältnisse der Aftergegend erörtert und können abermals zur Niere selbst zurückkehren, deren weitere Erörterung an Obiges direkt anknüpfen soll. Wenn wir nämlich die Renalpapille genauer betrachten, so werden wir sofort erkennen können, dass sie im Vergleiche zu jener von Fissurella eine beträchtliche Größe aufweist und dass diese Größenzunahme in Wirklichkeit nicht in einer Erweiterung des Querschnittes des Papillarendes, als vielmehr darin besteht, dass die Papille sich zu einem nach hinten konisch erweiternden

Sacke entwickelt hat. Prägnanter stellt sich dies noch dar, wenn man diesen Sack vom Integumente freipräparirt (Fig. 8 *g*).

Dieser nach hinten offene Sack, den wir seiner Genese gemäß Papillargang benennen wollen, ist in der That von v. Ihering beobachtet, wenn gleich verkannt worden. Er hielt nämlich den Papillargang für eine linke rudimentäre Niere, wie dies aus dem Folgenden ersichtlich sein wird. Dieser Papillargang ist einem kurzen, nach vorn sich allmählich verengenden Sacke ähnlich (Fig. 8 *pg*); nach hinten zu, in der Gegend, wo die Urinkammer in ihn einmündet, liegt der Papillargang auf dem Enddarme (Fig. 15), jedoch etwas linksseitig von diesem (in Figur 9 ist er etwas nach links gezogen, um den Austritt des Enddarmes aus dem Herzbeutel erkennen zu lassen). Nach vorn zu dreht sich der Papillargang nach unten und rechts, um in die eher axial als rechtsseitig gelegene Papillaröffnung zu enden. Somit hat der im Laufe der Phylogenie bei der Gattung Haliotis aus einer Papille zu einem Papillargange sich ausbildende Gang eine Verschiebung von rechts nach links erfahren.

Hinten und links vom Enddarme mündet die Urinkammer mit einem engen Abschnitte in den Papillargang und wie ich betonen möchte nur mit einer Öffnung (Fig. 15), wie sich dieses an Querschnittserien am besten erkennen lässt. Der Papillargang wird in der Kiemenhöhle vom Integumente ganz überdeckt. Wenn man den Papillargang von vorn und oben öffnet, so wird es auch mit einer Borste gelingen durch seine Kommunikation in die Urinkammer zu gelangen, besonders wenn man diese auch äußerlich freipräparirt hat, was mit einiger Vorsicht gelingt (Fig. 8). Auf diese Weise geöffnete Papillargänge zeigen in ihrem Inneren viele große Zotten, die sich durch eine braunrothe Farbe auszeichnen. Als v. Ihering den Papillargang für die rudimentäre linke Niere hielt, sind ihm auch diese zottenförmigen Erhabenheiten in demselben aufgefallen, denen er Erwähnung thut. Die Struktur dieser Zotten, respektive der Kanalwand, ist dieselbe wie jene der Papille der Fissurella und die des Papillarganges der Trochiden, wozu ich hier nur ganz kurz erwähnen will, dass das Epithel ein hohes flimmerndes ist, eine äußerst zarte Konsistenz besitzt und im Zellleibe braunrothe Tropfen angehäuft hat; für Weiteres muss auf die Beschreibung bei den Trochiden verwiesen werden.

Wir hätten nun noch die Struktur der Niere selbst einer Betrachtung zu unterziehen. Die Höhe des flimmernden Epithels ist bei Haliotis noch größeren Schwankungen unterworfen als bei

Fissurella; man findet meistens sehr hohe schmale Zellen, während an anderen Orten stellenweise je nach der Biegung der Drüsenwand niedrige, fast kubische vorkommen. Sowohl Schnitte als Isolationspräparate belehren uns, dass das Epithel der Niere der Haliotis nicht von einer Zellenart dargestellt wird, sondern dass zweierlei Epithelzellen sich daran betheiligen.

Wurde das Exkret aus den Drüsenschläuchen zuvor entfernt, so fand ich an meinen Präparaten jene kleinkernigen Zellen wieder, welche die einzigen Komponenten des Nierenepithels bei Fissurella waren (Fig. 16, 17). Der Zellleib ist ganz wie bei der vorherigen Gattung abgerundet, wobei einzelne über die anderen hervorragten, so dass die Oberfläche des Epithels dadurch höckerig sich darstellte. Bei Isolirung zeigt die Zelle eine Keulenform, die besonders bei den niedrigeren in eine nach unten zugespitzte sich ändern kann. Der Zellleib ist zart, das Protoplasma feinfädig und, so viel ich erkennen konnte, im Zellleibe gleichmäßig vertheilt; andere Stadien der Vertheilung habe ich nicht beobachtet. Der Zellkern von 0,067 mm Größe und von Kugelgestalt zeigt öfter das Kernkörperchen; die Lage des Kernes ist nicht immer dieselbe, er kann zwar auch basalwärts im Zellleibe gelegen sein, aber auch eine höhere Lage einnehmen. Im oberen Ende der Zelle habe ich ihn jedoch nie gesehen. Die Kerne färben sich durch Karmin blassrosa.

Durch den Befund bei Trochiden bereits aufmerksam gemacht, konnte ich innerhalb des Nierenepithels eine zweite Zellenart erkennen. Besonders an Isolationspräparaten (Fig. 17) sind diese Zellen zu sehen. In ihrem Zellleibe konnte ich keinen morphologischen Unterschied von der ersten Art erkennen, denn das Protoplasma war gleich den vorherigen Zellen gleichmäßig feinkörnig. Da nun das Verhalten des Protoplasmas innerhalb des Zellleibes, wie bei verschiedenen Zellarten bekannt, bei derselben Zellenart je nach seinem Funktionszustande verschieden sein kann, so konnte jener Zustand auch nicht für einen Unterschied gelten. Das obere Zellende war gleich dem der anderen Art nicht gleichförmig abgesetzt, sondern abgerundet. Man kann somit vom Zellleibe auf keinen Unterschied schließen. Einen um so auffallenderen Unterschied lässt der Kern erkennen, denn er ist zwei bis dreimal größer als jener der vorigen Zellart und ist seiner Form nach nicht kugelrund, sondern oval (Fig. 16, 17). Das Kerngerüst ist äußerst zart, wesshalb die Zelle bei der ersten Betrachtung homogen erscheint; ein glänzendes Kernkörperchen ist nicht immer deutlich

zu sehen. Von dem Bestehen einer Membran am Kerne überzeugt man sich am leichtesten an zufällig bei der Isolation aus der Zelle herausgeschälten Kernen, indem diese dann bersten. Das Aussehen des Kernes ist ein opakes; auch färben sie sich durch ammoniakalischen Karmin nicht so intensiv wie jene der ersten Zellenart, denn selbst wenn schon die Kerne jener eine Rosafärbung angenommen, bleiben sie ungefärbt und erst dann nehmen sie eine blasse gelbliche Färbung an, wenn das Präparat längere Zeit im Karmin verweilt hatte und die runden Kerne die für sie möglichst intensive dunkle Färbung angenommen haben.

Ein weiterer Unterschied zwischen den zwei Zellenarten der Haliotisniere besteht in ihrem Sekrete, denn wenn gleich es chemisch noch nicht untersucht wurde, so ist das folgende Verhalten doch als Unterschied zu bezeichnen. Die Exkrettropfen sind in den Zellen mit runden Kernen schmutziggelb gefärbt, während jene in den großkernigen Zellen ein grünes Aussehen darbieten. Bei der Isolation in dem schon erwähnten Gemische von Glycerin, Essigsäure und Aqua dest. wird das gelbe Sekret extrahirt, während das grüne nur theilweise die Extraktion erfährt. In solchen Fällen fließt das grüne Exkret zu einem mehr oder weniger großen smaragdgrünen Tropfen zusammen, welcher gewöhnlich dem Kerne genähert ist (Fig. 16, 17). Bei der Isolation lässt es sich selbstverständlich nicht feststellen, ob beide Zellenarten in demselben Acinus zu gleicher Zeit ausscheiden, resp. das gleiche Stadium der Ausscheidungsthätigkeit aufweisen. An Querschnittsbildern ganzer Nieren ist es aber auffallend, dass einzelne Gruppen von Nierenschläuchen bloß grüne Exkrettropfen führen, während andere ausschließlich nur schmutziggelbe, wie ich dies bei *N' N'* auf Fig. 15 durch verschiedene Schraffirung anzudeuten versuchte. Auch an dünnen Querschnittsbildern erkennt man (Fig. 17), dass während die eine Zellenart viele Exkrettropfen in sich schließt, die andere Art entweder gar keine oder nur wenige aufweist. Da nun die zwei Zellenarten gleichmäßig in den Nierenschläuchen vertheilt sind, wenn gleich wie mir scheint die großkernige von geringerer Zahl ist, so glaube ich, ist es gestattet aus diesen Beobachtungen den Schluss zu ziehen, dass innerhalb eines Nierenschlauches, oder einer unbestimmten Gruppe solcher, die Funktion der beiden Zellenarten nicht gleichzeitig denselben Grad erreicht, sondern dass, während die eine bereits durch die Farbe erkennbare Exkrettropfen ausscheidet, der anderen solche

noch abgehen oder, was dasselbe ist, die zwei Zellenarten scheiden ungleichzeitig aus.

Nach außen von der Epithelschicht der Niere folgt die homogene Grenzmembran mit eingestreuten glänzenden, jedoch wenig »granulirten« Kernen. An jenen Stellen, wo die Niere anderen Organen aufliegt, wird sie mit diesen durch ein Flechtwerk von Fasern, in dem eingestreute Plasmazellen vorkommen, verbunden (Fig. 16, 17), so z. B. da, wo die Urinkammer dem Enddarme von unten anliegt. Dadurch erhalten solche Stellen wie die Urinkammer einen Überzug, welcher jedoch beim Lospräpariren der Niere sich nur gewaltsam darstellen lässt. Oft ist dieses Bindegewebe an jenen Stellen, wo es stärker ausgesprochen ist, fast nur von Plasmazellen gebildet, denen noch eine andere kleinere Zellenart in großer Menge sich anschließt und die Fasern fehlen so zu sagen vollständig; dieses Gewebe gehört dann anscheinend eher der Darmwand an, obgleich es als nichts Anderes als ein Organe zusammenhaltendes Gewebe aufgefasst werden kann, von welchem die Darmwand durch das Epithel der sekundären Leibeshöhle geschieden wird.

Das Epithel der Urinkammer ist gleich dem der Niere, nur mit dem geringen Unterschiede, dass die Zellen niedriger, etwa so wie die niedrigsten der Niere sind. Der Trichter sowohl wie der Trichtergang trägt ganz dasselbe hohe Epithel mit langen Wimperhaaren, wie bei Fissurella und den Trochiden.

C. Trochiden.

Von den Trochiden untersuchte ich auch diesmal den durch seine Größe zur Untersuchung besser geeigneten Turbo rugosus Lam. Leider unterließ ich, meine Befunde auch an anderen Repräsentanten der Trochiden, wie etwa der Gattung Trochus selbst, wenigstens in den Hauptpunkten, zu prüfen. Der Grund ist darin zu suchen, dass bei meinem letzten Aufenthalte an der Küste der Adria meine Zeit sehr beschränkt war und ich nachträglich von der kleinen Trochusart (zyziphinus) kein brauchbares Alkoholmaterial erhalten konnte.

Obgleich die Trochiden in mancher Beziehung, so hauptsächlich betreffs des Nervensystems, sich geradezu direkt den Haliotiden anschließen und ganz ähnliche Verhältnisse aufweisen[1], so kann das

[1] Die Haliotiden im engeren Sinne würden mit den Trochiden durch die Gattung Padollus Monfort verbunden sein.

von der Niere nicht gesagt werden. Die anatomischen Verhältnisse der Niere der Trochiden gehen in der phyletischen Entwicklung denen der Haliotiden voraus. Obgleich dem äußeren Erscheinen nach die Niere der Haliotiden durch die schärfere Sonderung des Vorderlappens vom hinteren von der der Fissurella abweicht, so kann sie in der phylogenetischen Reihe sich doch in diesem Punkte der der Trochiden direkt anschließen. Bei den letzteren ist die Sonderung der beiden Lappen in so fern präciser, als die durch engeres Aneinanderlagern der Nierenläppchen bedingte Solidität an der ganzen Niere sehr augenscheinlich wird. In diesem Punkte kann man eine bloße Weiterentwicklung der Niere im Vergleich zu Haliotis feststellen. Gerade so verhält es sich in Bezug auf den Papillargang. Wenn wir jedoch die bedeutende Volumzunahme der Urinkammer der Trochiden berücksichtigen, so müssen wir in diesem Punkte von der Gattung Haliotis absehen und können behaupten, dass die Trochiden in dieser Beziehung sich eher höheren Prosobranchiern anschließen. Wir werden übrigens auf diese Betrachtungen noch zurückzukommen haben und somit möge an die specielle Beschreibung geschritten werden.

Der Hinterlappen hat die Form einer sehr breiten Sichel und zeigt, vermöge seiner großen Kompaktheit, äußerlich keinerlei acinöse Beschaffenheit (Fig. 25 *h*), diese tritt vielmehr erst hervor, wenn wir den Eingeweidesack von oben abpräpariren und nun die Nierenoberfläche mit der Lupe betrachten, indem wir dann die nach außen stoßenden und fest an einander liegenden Läppchenenden erkennen. Dieser großen Kompaktheit der Niere ist es auch zuzuschreiben, dass der rechte Fortsatz des Hinterlappens, der bei Haliotis zuerst auftrat, mit einbezogen wurde. Nach vorn und rechts stößt der Hinterlappen mit seinem breiten Ende an den Vorderlappen, dem er fest anliegt (Fig. 26). Rechterseits umgiebt er von hinten mit dem konkaven Rande seines Hinterendes die Perikardialhöhle (Fig. 27 *h*); mit seinem vorderen Theile liegt er dem Magen auf (Fig. 28). Äußerlich nach Entfernung des Gehäuses ist nur der Hinterlappen sichtbar und um den Vorderlappen zur Anschauung zu bringen, müssen wir die Niere aus dem vorderen Leibeshöhlenabschnitte herausschälen. Dieser Lappen weist zwar auch ein kompaktes Gefüge auf, doch nicht in jenem Grade wie der Hinterlappen (Fig. 25, 26), so dass er an seinem Ende noch die acinöse Struktur erkennen lässt. Dieser Lappen hat eine etwas kegelförmige Gestalt, wobei die Basis des Kegels nach hinten der Urinkammer zugekehrt ist (Fig. 26). Er

wird Anfangs von dem zum Afterdarme umbiegenden Enddarmstück von dem Papillargange getrennt (Fig. 28), biegt dann nach innen und vorn, stößt hier an die Leber und Vorderdarm und senkt sich rechterseits in der Körperhöhle bis zur unteren Leibeswand hinunter. Die Zwischenräume seiner Acini werden von Muskelbündeln durchsetzt (Fig. 25 *p*), welche sich von der unteren zur oberen Leibeswand begeben. Der Vorderlappen besteht aus langen, in der Lappenlänge sich erstreckenden, verzweigten Acinis, welche in größere Sammelstücke sich einigen, und mit letzteren in die Urinkammer münden. Desshalb erscheint der Vorderlappen, sobald man die Urinkammer öffnet, wie eine siebartige Platte (Fig. 26 *o*).

Einstweilen die Nierenlappen verlassend, wenden wir uns der Urinkammer zu. Sie zeigt bei den Trochiden eine mächtige Entfaltung; Anfangs, wie bei den zwei früheren Formen, einen bloßen Sammelabschnitt der Schläuche einer acinösen Drüse vorstellend, hat sie sich hier zu einem geräumigen Abschnitt entfaltet. Vorn beginnt sie mit den Mündungen des Vorderlappens, zieht sich dann nach oben, wo sie an den Papillargang stößt und begiebt sich von da längs des inneren Randes des Hinterlappens dessen zahlreiche Mündungen sie aufnimmt, bis zum Ende dieses Nierenabschnittes (Fig. 25, 26 *s*). Nach unten und innen erweitert sie sich zum Trichtergange (*tg*), welcher sich allmählich verengend in den weiten, pfeifenkopfförmigen Trichter übergeht (*t*). Nach oben zu mündet die Urinkammer in den Papillargang (Fig. 26 *α*, Fig. 28 *m*), wie wir dieses noch ausführlicher besprechen werden. Bevor wir jedoch auf letzteren Punkt eingehen, möge zuvor das Verhältnis der Urinkammer zu den Nierenlappen und ihre Topographie besprochen werden. Was den Vorderlappen betrifft, so haben wir diesen auch in dieser Beziehung besprochen.

Die Urinkammer trägt ganz das gleiche Flimmerepithel wie die Nierenlappen und somit kommt ihr neben der Funktion, als Sammeltrog der Exkrete zu dienen, auch jene der Exkretion zu. Wo sie die Mündungen der Nierenacini aufnimmt, geht ihr Epithel kontinuirlich in jenes der Mündung über, wie sich dieses am besten am Hinterlappen vergegenwärtigen lässt (Fig. 18, 28). Man kann somit sagen: die Urinkammer bildet einen schon ihrer Genese[1] nach verständlichen, weiten Sack,

[1] Auch die Ontogenese der Niere spricht dafür, dass sie sich in Sackform anlegt und die Nierenacini sich später bilden. Freilich lassen die Angaben über die Ontogenese der Niere der Mollusken noch Manches zu wünschen übrig.

welcher die Mündungen der Sammelgänge einer äußerlich in zwei Abschnitte gesonderten acinösen Drüse aufnimmt.

Die Urinkammer liegt in der Gegend, wo sie in den Papillargang mündet und sich allmählich in den Trichtergang verschmälert, oder besser diesen abtreten lässt, zwischen den Darmabschnitten. Unter ihr liegt der Vordertheil des Magens (Fig. 28 *mg*), von welchem sie durch eine dicke Schicht (*y*) zelligen Bindegewebes gesondert wird; über ihr der von rechts nach links in den Afterdarm (*ad*) sich einwärts biegende Enddarm (*d*). Zwischen dieser Biegungsstelle des Darmes liegt ihre enge Mündung in den Papillargang (*m*). Beim Übergange in denselben wird ihr Epithel, seine frühere Natur noch immer beibehaltend, allmählich niedriger (Fig. 29 *ng*) und grenzt endlich an das allmählich sich zur hohen Cylinderform erhebende, stark ziegelroth pigmentirte Epithel des Papillarganges. Von den Darmabschnitten wird die Urinkammer gleichfalls durch jenes zellige Bindegewebe geschieden, wie vom Magen. An der Stelle, wo die Urinkammer in den engen in den Papillargang sich fortsetzenden Abschnitt übergeht, wird ihre auf die Grenzmembran folgende und sonst sehr dünne von Längs- und Querfasern gebildete Muskelschicht allmählich dicker (Fig. 20), so dass der enge Gang eine mächtige Muskelhülle erhält. Diese Muskelschicht stößt dann nicht mehr direkt an das Bindegewebe um den Darm, sondern wird von ihm durch die hier mächtig gewordene Blutlakune (*π*) getrennt.

Bei Paludina kommt gleich vielen anderen Prosobranchiern, wie u. A. Haliotis, Voluta[1], Conus[2], Cypraea[3], ebenfalls ein Papillargang[4] vor. Leydig, in seiner bekannten Arbeit über Paludina vivipara[5], giebt an, dass die Niere mit vielen von Muskeln umgebenden kleinen Öffnungen in den sog. Ureter (Papillargang mihi) mündet. Gleicher Ansicht scheinen Frey und Leuckart gewesen zu sein[6]. Wie wir bei Haliotis und Turbo erkannten, ist hier nur eine einfache enge Mündung der Urinkammer in den Papillargang vorhanden, wofür auch die Vergleichung mit Fissurella

[1], [2] Nach Keferstein.

[3] Nach einer Abbildung von Quoy.

[4] Der Papillargang der Prosobranchier hat mit der Heteropodenniere nichts gemein, er ist, wie aus vorliegender Abhandlung erhellt, eine sekundäre Bildung und kommt nur gewissen Prosobranchiern zu, denn ob der enge Ausführungsgang der Niere der Pulmonaten damit homolog ist, oder eine bloße Verengung der Urinkammer vorstellt, ist noch zu beantworten.

[5] Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. II.

[6] R. Wagner's Lehrbuch der Zootomie. II. Theil. pag. 445.

spricht. Es wäre also unverständlich, warum die Verhältnisse bei Paludina sich anders gestaltet hätten.

Hinter dem Trichtergange und an der konkaven Innenfläche des Hinterlappens legt sich die Urinkammer dem Perikardium fest an. Der Anfangs weite Trichtergang verengt sich allmählich, um schließlich in den weiten Trichter zu enden (Fig. 25, 26 *t*). Dieser Gang verläuft, oberhalb des Magens gelegen, an die linksseitige Perikardialhälfte und mündet hier mit dem Trichter. Die Mündung ist nicht hinter dem aus dem Perikardium tretenden Darmabschnitte, wie es bei Haliotis der Fall ist, sondern liegt von diesem nach hinten und links. Die Längsachse der Mündung ist im Vergleich zu Haliotis etwas nach rechts verschoben (Fig. 27 *t*). Diese ganze Lageverschiebung bei Turbo ist durch die vorgeschrittene Torsion des Hinterleibes erklärlich.

Beim Übergang des hohen, flimmernden Trichterepithels in das Perikardium wird es niedriger, um schließlich sich auf eine ganz unbedeutende Höhe zu reduciren (Fig. 20). Trichtergang und Trichter tragen dasselbe Epithel; den Beginn des Trichterganges kennzeichnet somit am besten das Epithel, denn während das Epithel der Urinkammer gleich der übrigen Niere von ausscheidenden Flimmerzellen gebildet wird, ist das Epithel des Trichterganges ein hohes, helles Wimperepithel. Die Zellkerne sind kleiner als die der Nierenzellen, der Zellleib erscheint immer sehr hell und nie erkannte ich Stoffwechselprodukte in ihnen; ihre Wimperhaare dürften jene der Nierenzellen um das Doppelte übertreffen. An einzelnen Stellen erhebt sich, ähnlich wie bei den vorigen Gattungen, das Epithel sammt seiner Grenzmembran sowohl im Trichtergange als auch im Trichter faltenartig, wie ich dies an Querschnitten erkennen konnte (Fig. 30). Aber außer diesen Falten kann hier auch dadurch eine Faltenbildung bedingt werden, dass Streifen von höheren Zellen an solche niederer angrenzen (Fig. 20 *w*). Solche Längsfalten finden sich in der dorsalen Wand des Trichterganges (Fig. 21) und setzen sich bis auf den Trichter fort (Fig. 20), gleichfalls dessen dorsale Wand einnehmend; aber auch anderen Orts können sich ähnliche Faltungen finden.

Die Muskelschicht der Urinkammer setzt sich kontinuirlich auf den Trichtergang und den Trichter fort (Fig. 20 *m*); an Stellen jedoch, wo diese Muskelschicht an Muskelschichten anderer Organe, wie des Darmkanales stößt, und an letzteren das schon erwähnte zellige Bindegewebe fehlt, verweben sich beide Muskelschichten derart, dass man sie nicht mehr zu unterscheiden vermag (Fig. 30 *mg*).

Im Zwischengewebe zwischen Papillargang und Trichtergang verläuft nach vorn zu eine Gefäßlakune (Fig. 20, 21 *π*), welche das Blut des Enddarmes, der Niere, der Urinkammer und des Trichterganges (Fig. 28, 29, 30 *π*), so wie des Papillarganges sammelt, um es dem Herzen zuzuführen.

Wir hätten nunmehr, bevor wir auf die weitere Besprechung des Nierenbaues eingehen, noch das Verhalten der Arterie des Hinterlappens zu besprechen, denn obgleich es Anfangs nicht meine Absicht war auf die Gefäße einzugehen, so musste dies schließlich wegen des eigenthümlichen anatomischen Verhaltens doch geschehen. Wenn man die Urinkammer der Länge nach öffnet, so fällt einem in der Mitte des Hinterlappens, in dessen ganzer Länge dahinziehend, ein ziemlich weiter Gang auf (Fig. 26 *g*), der vermöge seiner anscheinenden Verästelung leicht einen Sammelgang des Hinterlappens vortäuschen könnte. In Figur 26 habe ich diesen Gang, durch Einstich in seinen vorderen Theil, mit BEALE's Blau injicirt[1]. Solche Präparate habe ich dann gehärtet und an Querschnitten studirt. Es ergab sich, dass wir es hier mit einem Gefäße zu thun haben und zwar dem Arterienaste für den hinteren Nierenlappen; man erkennt (Fig. 18), dass die Injektionsmasse aus dem Gefäße kontinuirlich zwischen die Nierenläppchen strömt und besonders die Hohlräume zwischen ihnen ausfüllt. Oben, gegen die äußere Haut oder den Eingeweidesack (*ah*) zu, gehen diese Verzweigungen der Acini in lakunäre Sinusse über, welche das Blut in jene schon früher besprochene, oberhalb des Trichterganges gelegene Lakune leiten. Wenn wir das Gefäß an Querschnitten nicht injicirter Präparate mit stärkeren Systemen betrachten, so erkennen wir eine Muscularis, welche mit jener der Urinkammer nach unten eng verwoben das Gefäß umgiebt und sich zwischen die Acini begebend hier zu einer spärlichen Muskelschicht sich fortsetzt. Auf diese Muscularis (Fig. 19 *m*) folgt das Endothel der Arterie, welches bereits im zweiten Drittel der Lappendicke nicht mehr erkennbar ist, man sieht dort vielmehr zwischen den Acinis nur noch einzelne Muskelfasern (Fig. 35), zwischen welchen Blutkörper und Bindegewebszellen neben einander liegen. Das Gefäß wurde hier also schon zur Lakune.

Des Vorderlappens haben wir schon kurz gedacht und von ihm erwähnt, dass seine Acini nach der Längsachse des Lappens liegen, so dass sie somit von bedeutender Länge sind. Anders verhält es

[1] Siehe H. FREY, »Das Mikroskop«. 6. Auflage 1877. pag. 117.

sich mit den Läppchen des Hinterlappens. Hier sehen wir die Acini mit ihrer Längsachse der Breite des Hinterlappens zu gerichtet (Fig. 18, 26). Es münden dann mehrere in einen weiteren Halstheil, welcher sich direkt in die Urinkammer öffnet. Solche Öffnungen sind spaltenförmig und selbstverständlich in sehr großer Zahl vorhanden. Sowohl durch diesen Umstand wie auch durch die bedeutende Kompaktheit des Hinterlappens erhält dieser ein charakteristisches Aussehen, welches nur im Laufe der Phylogenie erworben werden konnte; durch diesen Umstand aber schließen sich die Trochiden abermals enger an die höheren Prosobranchier an.

Wir wollen nun die histologische Zusammensetzung der Niere betrachten, um zum Schlusse jene des Papillarganges zu erörtern. Ich habe schon erwähnt, dass das Nierenepithel ein flimmerndes ist. Bei guten Isolationspräparaten erkennen wir sofort, dass das Epithel der Niere, gleich jenem der Haliotis, aus zwei verschiedenen Elementen zusammengesetzt wird. Sowohl Vorder- wie Hinterlappen stimmen darin überein. Am Zellkörper ist kein augenscheinlicher Unterschied festzustellen, vielmehr bezieht sich die Verschiedenheit auch hier auf den Zellkern. Die eine Zellenart hat kugelrunden Kern, mit sehr deutlichem Kernkörperchen; der Kern ist bei Isolationspräparaten in der schon oft erwähnten Flüssigkeit sehr hell und Kerngerüste sind in diesem Zustande schwer erkennbar (Fig. 33 *w*); an in Alkohol oder Chromsäure gehärteten Präparaten tritt jedoch das Kerngerüst deutlich hervor (Fig. 31, 32). Der Kern wird durch ammoniakalisches Karmin im Vergleiche zum Kern der anderen Zellenart intensiv gefärbt[1]. Er nimmt ziemlich die Mitte des Zellleibes ein.

Der Kern der anderen Zellenart ist bedeutend größer als der der ersten und erscheint an Isolationspräparaten opak. Seine Form ist oval (Fig. 33 *m*) und in seiner Mitte ist ein größeres Kernkörperchen enthalten. An Schnitten erfährt durch die üblichen Reagentien der Härtung, wie Alkohol und Chromsäure, dieser Kern eine oft monströse Gestaltveränderung, da in den meisten Fällen die Schrumpfung bedeutend ist. Durch den ammoniakalischen Karmin färbt sich der Kern nur blass, wie dieses Figur 32 vergegenwärtigt. Ein Kerngerüst ist nur selten deutlich erkennbar. Die Lage des Kernes im Zellleibe ist meist basal.

[1] Es ist überhaupt eine Eigenschaft der Nierenzellen sowohl der Chitonen wie Prosobranchier und Pulmonaten, dass die Kerne nie sehr intensiv gefärbt werden.

Wie diese zwei Zellenarten auf einander folgen und in welchem Zahlenverhältnisse sie vorkommen, ist mir nicht eruirbar geworden, doch scheint es mir fast, als seien die großkernigen Zellen in geringerer Zahl vorhanden. An Querschnitten sieht man die zwei Zellenarten meist in alternirender Lage (Fig. 31), während andere Male auf Schnitten eines Endtheiles sie fast in isolirten Gruppen sich zeigten (Fig. 35). Doch scheint es mir immerhin ein regelmäßiges Verhalten zu sein, dass in einem Acinus auf eine Zellenreihe der einen Zellenart eine der anderen folgt, wenigstens spricht folgende Beobachtung dafür. Auf einem Längsschnitt, welcher mehrere Zellen dick war, konnte ich an den dünneren zweischichtigen Stellen bei hoher Einstellung des Tubus nur Zellen mit großem Kerne erkennen, während bei tieferer Einstellung nur kleine Kerne zur Anschauung kommen (Fig. 34 *A*, *B*). Die Höhe der Zellschicht ist nicht immer dieselbe und schwankt zwischen 0,180—0,285 mm.

Auf das Epithel folgt eine dünne Grenzmembran mit eingestreuten, ovalen bis spindelförmigen Kernen (Fig. 35). Dieser Grenzmembran aufliegend erkennt man öfter selbst zwischen mehreren anstoßenden Acinis bindegewebige Plasmazellen (Fig. 35), die wieder von einander durch Fibrillen geschieden sein können; zwischen diesen Fibrillen sieht man oft Blutkörperchen. Wo die Nierenacini an andere Organe grenzen, wie z. B. den Darm, wird die äußere Fläche der Niere von einer beträchtlichen Schicht fibrillären Gewebes umgeben, zwischen dessen lockeren Fibrillen eingestreute Plasmazellen liegen; dieses Gewebe (Fig. 31) gehört aber stets der Niere an.

Von Haliotis hatte ich erwähnt, dass man in den zwei Zellenarten des Epithels nicht gleichzeitig Exkrettropfen antrifft und dass oft in zwei Läppchen zu gleicher Zeit nur die eine oder die andere Zellenart ihr bestimmtes Funktionsstadium erreicht. Letzteres konnte ich bei Turbo nicht konstatiren, erkannte aber, dass die zwei Zellenarten in demselben Acinus ungleichmäßig von Exkrettropfen erfüllt waren.

Damit hätte ich das, was über die Niere zu ermitteln war, mitgetheilt und so erübrigt nur noch die Besprechung des Papillarganges. Dieser ist bei den Trochiden ein weiter Sack von nach seiner Mündung zu sich verjüngender Form: während er sich nach vorn verjüngt, ist sein der Urinkammer anstoßender Fundus von beträchtlicher Weite (Fig. 25, 26). Er zieht in dieser Form und Mächtigkeit, worin er jenen von Haliotis weit übertrifft, zuvor mit seiner Basis dem in den Afterdarm umbiegenden Enddarme aufliegend

(Fig. 28), neben dem Afterdarme nach links biegend vorwärts und mündet links vom Darme (Fig. 10 *m*). Denn obgleich die Niere der Prosobranchier wie der Pulmonaten eine ursprünglich rechtsseitige ist, so hat sich doch im Laufe der Stammesentwicklung, wie durch Vermittlung von Haliotis (wie wir sahen) bei Fissurella erkannt wird, durch die Torsion der Papillargang vom Enddarme nach links verschoben. Auf die Verschiebung der Niere bei Bythinia hat unlängst Sarasin[1] und auf die ähnliche Verschiebung des Nierenganges der Helix Grobben[2] hingewiesen.

Der Papillargang reicht aber bei Turbo nicht, wie bei Paludina der Fall sein soll, bis zur Afteröffnung hin, sondern endet am Beginn der Hypobranchialdrüse (Fig. 10 *hd*) und der rechten rudimentären Kieme (*kr*). Auf der rechten Seite des Darmes und in ganz gleicher Form mit dem Papillargange befindet sich eine andere Papille mit gleichfalls schlitzförmiger Öffnung (*gö*); dieser Gang senkt sich bald darauf rechterseits unter dem Darme in den Eingeweidesack ein und ist nichts Anderes als die Papille der Geschlechtsmündung. Irrthümlicherweise wurde bis jetzt immer, wahrscheinlich veranlasst durch die in Bronn's »Klassen und Ordnungen des Thierreiches« wiedergegebene Abbildung Souleyet's, angenommen, dass die Niere in die rechtsseitige Papille mündet, während die linksseitige die Geschlechtsöffnung darstelle.

Die Papille des Geschlechtsganges ist von einem röthlichen, bei der Maceration in verdünntem Alkohol oder Brunnenwasser schleimigen Epithel überzogen[3].

Keferstein[4], welcher außer Leydig wohl der Einzige ist, der sich darüber ausführlicher geäußert hat, beschreibt den Papillargang folgendermaßen: »Gewöhnlich mündet die Niere mit einer queren, spaltförmigen, von einem kräftigen Sphincter umgebenen Öffnung im Grunde der Athemhöhle (Triton, Dolium, Cassis, Littorina, Natica etc.), bisweilen aber auch ist ein darmförmiger Ausfüh-

[1] l. c. pag. 59.

[2] C. Grobben, »Morpholog. Studien über den Harn- und Geschlechtsapparat etc. der Cephalopoden«. Arbeiten a. d. zoolog. Institut zu Wien. Bd. V.

[3] Sonderbar ist die Thatsache, in welcher Korrelation die Verlängerung des äußeren Geschlechtsganges mit der Verlängerung des Papillarganges steht. In gleichem Niveau münden beide bei Turbo und bei der Verlängerung des Papillarganges der Paludina verlängert sich auch der äußere Geschlechtsgang. Gleichfalls im Verhältnisse steht die Ausbildung der Geschlechtspapille (sein schleimiges Epithel!) mit der Rückbildung der Hypobranchialdrüse.

[4] Bronn's »Klassen und Ordnungen des Thierreiches«. Mollusken. pag. 986.

rungsgang vorhanden, ein Ureter, der zwischen Mastdarm und Geschlechtsgang (? H.) nach vorn verläuft und nicht weit dem After mündet (Paludina, Turbo, Voluta, Conus). Es liegen dann drei Ausführungsgänge Mastdarm, Ureter, Vagina oder Vas deferens (wohl richtiger Ureter, Mastdarm, Vagina resp. äußerer Hodengang, H.) neben einander in der Athemhöhle. Der Ureter ist gewöhnlich zu einem dicken, sich vorn erst etwas verjüngenden Gang angeschwollen und ist keine einfache Verlängerung der Niere, sondern diese öffnet sich, wie es Leydig von Paludina beschreibt, mit einigen von Muskeln umgebenen Löchern in denselben. In seinem Inneren bemerkt man mehrere Längsfalten und er ist überall von einem Wimperepithel ausgekleidet. Der Ureter ist meistens mit Wasser gefüllt (Wasserbehälter, Leydig) und es ist möglich, dass er neben der Funktion als Ausführungsgang der Niere noch eine andere Bedeutung besitzt.«

Was wenigstens Haliotis und die Trochiden betrifft, so muss ich jene Behauptung Keferstein's, dass Längsfalten im Inneren des Papillarganges sich fänden, zurückweisen, denn solche sind hier nicht vorhanden, vielmehr sieht man an geöffneten Papillargängen, dass die ganze Innenfläche von ziegelrothen mehr oder weniger langen Zotten besetzt ist. Wir finden hier also ganz dieselben Verhältnisse, wie sie die Zeugobranchier aufweisen. An Querschnitten erkennt man, dass die Papillen nicht immer einfach sind, sondern dass in manchen Fällen eine am Grunde einfache Papille sich nach oben theilt (Fig. 26), ja man kann sogar Fälle erkennen, wo diese Theilung, ähnlich wie bei Fissurella, bis zur vollkommenen Ramifikation fortschreiten kann (Fig. 21 *m*); die Hauptzotte trägt dann Nebenzotten.

Die innere Bekleidung des Papillarganges ist ein hochcylindrisches Wimperepithel (Fig. 36 *a*), dessen Elemente äußerst zart sind und nur in den seltensten Fällen bei der Härtung sich konserviren lassen, ohne zu schrumpfen. Der oberhalb des Kernes gelegene Zellleib schließt in sich zahlreiche ziegelrothe Pigmentkügelchen, von deren weiterer chemischer Natur ich keine Belehrung besitze. Der Kern ist kugelrund, von geringem Umfange; er liegt im basalen Abschnitte des Zellleibes. Er zeigt kein deutliches Kernkörperchen, sondern ein prägnantes Kerngerüst. Durch Farbstoffe wird er intensiver gefärbt als die kleinen Kerne der Nierenzellen. Eine dünne Grenzmembran (*b*) trennt das Epithel von seiner Ringmuskelschicht (*d*), welche je nach dem Orte an die äußere Haut (*e*) oder an die Muscularis des Dar-

mes grenzt. Zwischen Muskelschicht und Grenzmembran befinden sich Blutlakunen (*c*).

Dass der Papillargang zur Ableitung der Nierenexkrete dient, ist an und für sich klar, dass er aber auch noch eine andere Funktion verrichten sollte, wie dieses KEFERSTEIN vermuthet, ist mir nicht bekannt. Jedenfalls muss die zukünftige Untersuchung dieser Frage einige Aufmerksamkeit schenken. Da dieser bei den Prosobranchiern erst sekundär entstandene Gang bei vielen dieser Abtheilung, wie wir gleich sehen werden, fehlt, so glaube ich, dürfte seine eventuelle Nebenfunktion[1] nicht von großer Bedeutung sein.

Doliiden.

Von den siphonostomaten Taenioglossen hatte ich Gelegenheit Dolium galea L., und Cassidaria echinophora Lam. auf die Niere zu untersuchen. Da bei beiden Formen die Verhältnisse sehr übereinstimmen, so möge zuvor D. galea erörtert werden, um dann, Wiederholungen zu entgehen, die Abweichungen, die sich bei Cassidaria vorfinden, mitzutheilen.

In den meisten Lehrbüchern wird behauptet, dass die Niere der Prosobranchier ein mehr oder weniger weiter Sack sei mit »spongiöser« Wandung. Diese allerdings etwas hingeworfene Behauptung trifft aber nur für die höheren Formen, wie die eben zu beschreibenden sind, zu und nicht für jene, welche den Ausgangspunkt für diese darstellen, wie dies die vorhergehenden Blätter gezeigt haben.

Öffnet man die sackförmige Niere von Dolium (Fig. 37) von

---

[1] Die ziegelrothen Pigmentkügelchen innerhalb der Epithelzellen des Papillarganges der Haliotiden und Trochiden sind von mir, wie erwähnt, nicht weiter berücksichtigt worden, ich kann also auch nicht annäherungsweise behaupten, dass diese Kügelchen Hämoglobin wären. Unlängst erschien von KRUKENBERG eine Abhandlung über die Genese der Gallenfarbstoffe und der Melanine (Centralblatt für die medicinische Wissenschaft. 1883. Nr. 44), in welcher KRUKENBERG die Mittheilung von der Entdeckung eines echten Gallenfarbstoffes, des Biliverdins, in den Gehäusen der Haliotiden und Trochiden macht. Zu gleicher Zeit stellte mir KRUKENBERG brieflich die Frage, ob mir bei der Untersuchung von Turbo rugosus etwa Organe als des Hämoglobins verdächtig aufgefallen seien. Ich musste mit »nein« antworten. Da nun die Entstehung des Biliverdins bei diesen Thieren unklar ist, das Hämoglobin aber in diesem Falle bei der Erklärung aushilflich wäre, so ist jedenfalls der Papillargang darauf hin um so mehr zu untersuchen, als KRUKENBERG gerade bei jenen Prosobranchiern, welche diesen Gang besitzen, Biliverdin in dem Gehäuse auffand.

oben durch einen Längsschnitt zwischen Vorder- und Hinterlappen, so erkennt man folgende Verhältnisse. Der Hinterlappen hat sich zu zwei mit einander durch einen isthmusartigen Lappentheil verbundenen, sehr kompakten Drüsenmassen (*2*, *3*) differenzirt, deren acinöse Läppchen mit vielen Öffnungen (*m*) in die Urinkammer (*ss*) münden. Die Kompaktheit ist hier nun aber so weit vorgeschritten, dass man äußerlich die acinöse Struktur nicht mehr erkennt und daher datiren die Angaben früherer Autoren von einem, wie sie sich ausdrücken, »spongiösen« Baue. Die Acini, wie ich dies schon im Voraus erwähnen möchte, sind mit ihrer Längsachse in der Quere des Drüsenlappens angeordnet. Der obere, voluminösere Abschnitt des Hinterlappens (*2*) ist vorn breit, behält dann diese Breite so ziemlich bis zur Mitte seiner Länge, um von da an sich nach hinten etwas zu verjüngen. Von seinem vorderen, breiteren Abschnitte nach innen und unten tritt ein schmaler Fortsatz ab und verbindet, wie schon oben erwähnt, isthmusartig den großen Lappen mit dem unteren kleineren (*3*). Dieses Verbindungsstück trägt gleichfalls viele Öffnungen. Der untere, innere Lappentheil ist nur halb so groß, wie der große Lappen. Er hat eine nach innen konkave Gestalt und besitzt gleichfalls ein vorderes, breiteres und hinteres zugespitztes Ende; der vordere Theil wird durch eine seichte Furche vom hinteren getrennt. Die Mündungen der Drüsenläppchen sind hauptsächlich als lange Spalten in der Quere der Drüsenmasse gelegen, doch sind auch komplicirtere vorhanden, deren Öffnungen in ihrer Form verschieden sein können. Die beiden Lappen zeigen ein »lappiges« Aussehen, was besonders an etwas in Alkohol gelegenen Präparaten zum Ausdruck kommt. Die Farbe des hinteren Nierenlappens ist stets dunkel graubraun. Die beiden Theile sind außer dem vorhin erwähnten Drüsenisthmus nirgends mit einander verbunden; eine schmale dünne Wand der Urinkammer trennt sie von einander (*s'*). Nach vorn stößt mit seinem Vorderende der größere Lappen an den Vorderlappen (*1*) und der Isthmus liegt in nächster Nähe der äußeren Nierenöffnung (*g*). Die Arterie des Hinterlappens (Fig. 37 mit roth), in der Gegend der halben Länge des kleineren Lappens und auf diesem liegend, tritt scheinbar in das Perikardium und theilt sich sofort in drei Äste: der eine dieser Äste geht an den kleinen Lappen, während der zweite sich nach hinten begiebt, und das Hinterende des größeren Lappens mit Blut versieht. Der stärkste Ast der Arterie verläuft nach vorn und oben immer dem inneren Rande des kleineren Lappens und des Isthmus angelagert bis auf den vorderen

Theil des größeren Lappens, nachdem er zuvor einen kleinen Ast an den Isthmus abgegeben hat. Gerade an der Stelle, wo der Isthmus vom größeren Lappen abtritt, zerfällt jener Ast der Arterie in seine Endzweige, welche von oben den größeren Lappen versorgen. Der Übergang der Arterienendästchen innerhalb des Nierengewebes in die lakunären Venen erfolgt wie bei Turbo, und es findet sich, wie von selbst verständlich, nichts von jenen mythischen von Delle Chiaje entdeckten porenförmigen Öffnungen der Arterie in die Urinkammer, welche dann Wasser in die Gefäße aufnehmen ließen. Die Arterie liegt scheinbar auch hier in der Urinkammer drinnen, doch in Wirklichkeit liegt sie unter der dem Nierenlappen aufliegenden Wand der Urinkammer, wie dieses bei Turbo durch den Querschnitt vergegenwärtigt wurde und hier noch durch beigegebenes Schema (Fig. 40) deutlicher gemacht wird.

Der Hinterlappen liegt somit in der dorsalen und gleichzeitig rechten Wand des Nierensackes oder besser der Urinkammer. Der kleinere Lappen liegt nach unten, während der größere in situ sich von unten nach oben und vorn biegt (Fig. 38 *2*) an die vordere Spitze des Vorderlappens (*1*); nur sein hinterster Abschnitt so wie der kleinere Lappen liegen dem Perikardium an (Fig. 37, 38).

Der Vorderlappen hat im Vergleiche zu jenem der Trochiden sowohl seine Form wie seine Lage verändert. Bei Dolium hat er die Gestalt eines Halbmondes, wobei die Mitte des inneren, konkaven Randes nach innen und unten zu etwas prominirt (Fig. 37 *1*), welcher Vorsprung aber hauptsächlich in situ deutlich vortritt (Fig. 38 *1*). Die Farbe des Vorderlappens ist im Gegensatze zu der dunkelbraunen Färbung des Hinterlappens gelblichweiß, wie etwa Hirschleder. Durch diese verschiedene Färbung aber kann es bei der Eröffnung der Urinkammer und ohne Kenntnis der Nierenverhältnisse fast scheinen, als gehörte jener Abschnitt gar nicht zur Niere. Obgleich der von uns als Vorderlappen bezeichnete Nierenabschnitt seiner Lage nach passender als linker Lappen bezeichnet werden könnte, da er die linke obere Wand der Urinkammer begrenzen hilft, so ist jener Ausdruck doch passender, weil er den phylogenetischen Zusammenhang, die Homologie mit dem Vorderlappen der älteren Prosobranchierformen, kennzeichnet.

Der Vorderlappen ist breit, aber ganz dünn und abgeplattet; nur äußerlich von seiner Mitte an zieht sich zum Vorderende eine kantenförmige Erhabenheit (Fig. 38). Seine Arterie ist, ähnlich wie bei Trochiden, nicht innerlich, sondern äußerlich und dorsal gelegen (Fig. 37 *g*).

Die Hauptmündungen der Nierenläppchen (*m*) sind meist spaltenförmige Vertiefungen, in welchen schon äußerlich bei aus einander gezogenen Spalten die vielen kleinen Mündungen der Läppchen sichtbar werden. Oft sieht man auch einzelne kleinere Mündungen, die nicht in spaltenförmige Vertiefungen gruppirt sind.

Bevor wir weiter auf die inneren Verhältnisse des Vorderlappens eingehen, möge zuvor Einiges über seine Lagerung gesagt werden. Er begrenzt mit seinem hinter seinem Vorsprunge gelegenen Innenrande die obere Perikardialgrenze von außen (Fig. 38) und stößt mit seiner hinteren Spitze an den hinteren Theil des Hinterlappens, welcher das Perikardium von hinten umsäumt. Der obere Rand ist vom rechten Rande des großen Hinterlappenabschnittes durch einen schmalen Zwischenstreifen der Urinkammerwand getrennt, so dass sie nicht knapp an einander stoßen können[1]. Mit seiner vorderen äußeren Fläche begrenzt der Vorderlappen die Kiemenhöhle von oben und hinten (Fig. 38).

Der Vorderlappen wird gebildet von zahlreichen kurzen aber reichverzweigten Acinis, welche jedoch nicht lose neben einander liegen, sondern von einem äußerst massig entwickelten zelligen Bindegewebe getrennt werden (Fig. 47); auf Querschnitten erscheinen daher die Drüsenläppchen förmlich in dieses Bindegewebe eingebettet. Die Drüsenläppchen bestehen aus einem 0,187 mm messenden mehr oder weniger cylindrischen Epithel mit äußerst scharf glänzenden Protoplasmafädchen, der Zellleib erscheint daher etwas »grobkörnig« (Fig. 46). Die basal gelegenen Kerne der Zellen sind auffallend klein und messen 0,016 mm; das Kernkörperchen ist deutlich. Isolirt man diese Nierenzellen in einem Gemische von Glycerin. Acet. acet. und Aqu. dest., so erkennt man, dass das basale Zellenende in den meisten Fällen stäbchenartig ausgezogen ist (Fig. 46 unten); ob jedoch diese Fortsätze etwa abgerissene Nervenfäden darstellen oder bloß einfache Verlängerungen des Zellleibes, welche dann bei der Befestigung der Zellen an der Grenzmembran eine Rolle spielen, ist mir nicht bekannt geworden. Auch weiß ich nicht, ob diese Nierenzellen flimmern, denn lebensfrisches Material stand mir nicht zur Verfügung und auf den Schnitten und Isolationspräparaten, wo sie allerdings durch die Art des Präparirens leicht hätten verloren gehen können, waren keine erhalten. Außer dieser kleinen

[1] Am besten lässt sich hier der Nierensack durch einen Längsschnitt eröffnen.

Zellenart besitzt das Epithel des Vorderlappens keine anderen Elemente. Diese Zellen sehen den kleinkernigen Nierenzellen der Zeugobranchier und Trochiden so wie auch den Nierenzellen der Pulmonaten vollkommen ähnlich, und ich stehe nicht an die Zellen der Vorderlappen des Dolium mit jenen für homolog zu erklären; ob sie freilich auch vollkommen analogen Funktionen obliegen, die gleichen Exkretstoffe ausscheiden, ist nur wahrscheinlich, und erst durch die experimentelle Untersuchung zu entscheiden. Die in den Zellen sich findenden Exkretttropfen sind orangefarbig, was freilich nicht viel zu sagen hat. Auf das Epithel folgt die dünne Grenzmembran. Nach außen zu an der Mündung eines jeden Acinusbäumchens geht das Nierenepithel in das abgeplattete, von dem Nierenepithel, wie wir noch sehen werden, durchaus verschiedene der Urinkammer über; die Grenzmembran setzt sich auf die Urinkammer fort. Die schlitzförmigen in der Quere des Lappens gelegenen Einbuchtungen, in welche die Acini münden, werden durch lippenförmige Erhebungen der Urinkammerwand gebildet.

Das die Nierenläppchen umgebende massenhafte Bindegewebe bedarf einer genaueren Erörterung. Es ist ganz jenem den Darm von der Niere bei den Haliotiden und Trochiden trennenden zelligem Gewebe ähnlich, mit dem Unterschiede jedoch, dass sich hier keine eingestreuten Plasmazellen vorfinden. Seine Elemente sind kleine fest an einander liegende Zellen mit mittelgroßem Kern (Fig. 48 *z*). Durch diese feste Aneinanderlagerung verleihen sie dem ganzen Vorderlappen eine bedeutende Resistenz. Fibrillen oder Muskelfasern konnten innerhalb dieses Gewebes nicht erkannt werden und auf die Nerven war meine Aufmerksamkeit wenig gerichtet. Auffallend sind aber Gefäßlücken zwischen diesem Gewebe (Fig. 48 *g*), welche spaltenförmig das Gewebe durchsetzen und mehr oder weniger von Blutkörperchen gefüllt sind.

Der komplicirte Bau des Hinterlappens erfordert eine längere Auseinandersetzung, darum möge zuvor die Urinkammer besprochen werden. Diese bildet den eigentlichen »Nierensack« und die Nierenlappen sind ihr nur gleichsam fest angelagert. Der Boden des Nierensackes wird nur von der Wand der Urinkammer gebildet. Hier liegt die Urinkammer dem Perikard (Fig. 37 *P*) fest an und nach vorn zu, unterhalb des Vorderlappens, begrenzt sie nach unten und hinten die Kiemenhöhle; an dieser Stelle befindet sich auch die schlitzförmige äußere Nierenmündung (Fig. 37, 38 *ö*). Von dem inneren unteren

Winkel sieht man auch schon innerlich unter der dem Perikard zugekehrten Wand der Urinkammer eine faltenförmige Erhebung nach hinten dem Perikard zugekehrt hinziehen (Fig. 37 *f*). Sucht man vom Perikardium aus die Öffnung des Nierentrichters auf und führt vorsichtig ein Pferdehaar in diese Öffnung ein, so gelingt es unter der eben erwähnten Falte in die äußere Nierenmündung zu gelangen (Fig. 38 *a*). So liegt unter der oben erwähnten Falte der Nierentrichtergang; ich konnte ihn jedoch nicht freipräpariren, da hier die Lamelle der Urinkammer und des Perikards innig mit einander verwachsen sind und nur den Durchtritt für den Trichtergang gestatten. Jedenfalls ist der Trichtergang, wie auch aus beigegebenen Abbildungen gefolgert werden kann, sehr kurz. Die Trichteröffnung ist klein und befindet sich im rechten oberen Winkel der Perikardialhöhle (Fig. 38). Das Epithel des Trichters ist gleich den vorherigen Formen ein hohes mit Wimperhaaren besetztes.

Wenn man die feine Sonde vorsichtig vom Perikard aus durch den Trichtergang führt, so sieht man, dass sie nicht in der Urinkammer, sondern in der Mündung der Nierenöffnung zum Vorschein kommt. Die äußere Nierenmündung ist, wie besonders seit KEFERSTEIN bekannt, eine, durch einen Sphinkter umgebene, lippenartig umrandete Öffnung. Bei Auseinanderziehen der Lippen erkennt man, dass die oben erwähnte Sonde durch eine kleine Öffnung in der Lippe zum Vorschein kommt (Fig. 38), jedoch an der inneren, der Urinkammer zugekehrten Wand der Lippe, so dass der Trichtergang indirekt in die Urinkammer mündet.

Die Doliiden gehören somit nicht zu jenen Prosobranchiern, denen ein Papillargang eigen ist, sondern die Niere mündet direkt nach außen. Interessanter jedoch als diese bereits bekannten Thatsachen ist der Umstand, dass die Urinkammer ein sowohl vom Vorder- wie Hinterlappen verschiedenes Epithel trägt. Ihre Bekleidung ist überall ein Plattenepithel von durchaus indifferentem Charakter (Fig. 49), der Zellleib ist äußerst hell und enthält nie Stoffwechselprodukte; auch flimmert dieses Epithel nicht, so viel mir aus Präparaten, an denen gar kein Rest von Cilien zu sehen ist, ersichtlich ist. Von oben gesehen sind die Zellen scharf begrenzt (Fig. 49 *a*) und enthalten einen runden Kern. Die Grenzmembran setzt sich, wie wir schon gesehen, von den Nierenlappen auf die Urinkammer fort. Die Muscularis ist sehr mächtig entwickelt (*b*), jedoch weder ringförmig, noch sind die Fasern in die Länge gelagert, sondern

verfilzt. An manchen Stellen kann sie selbst eine mächtige Dicke entfalten. An den Stellen, wo die Wand der Urinkammer den Drüsenlappen aufliegt, liegt zwischen Drüsenlappen und ihr gleichfalls die Muscularis (Fig. 47 *m*). Nach dem was mir über das Epithel bekannt geworden, bin ich überzeugt, dass es jene exkretorische Bedeutung, die ihm noch bei den Trochiden eigen war, gänzlich aufgegeben hat, denn sowohl der Mangel an Stoffwechselprodukten in diesen Zellleibern als auch ihr ganzer äußerer Charakter spricht gegen eine exkretorische Bedeutung; vielmehr dient die Urinkammer hier ausschließlich als Sammelort für das wahrscheinlich flüssige Exkret.

Es erübrigt uns noch die histologische Zusammensetzung des Hinterlappens zu besprechen.

Kurz erwähnt wurde es schon, dass der Hinterlappen vom Vorderlappen eine durchaus verschiedene Struktur aufweist. Wenn man die Zellen des Hinterlappens isolirt, so ist ihre Mächtigkeit bereits bei schwachen Vergrößerungen auffallend; der Zellleib schwankt zwischen 0,195—0,390 mm, während der Kern 0,125—0,130 mm erreicht; die Kerngröße bleibt also bei verschieden großen Zellleibern fast gleich.

Wenn wir an solchen Isolationspräparaten zum ersten Male und flüchtig diese Zellen betrachten, so wird sich uns ein von der Wirklichkeit ganz verschiedenes Bild einprägen. Auf jene Weise erkennt man gewöhnlich einen runden Kern am basalen Abschnitt der Zelle, welcher Abschnitt in der Regel in Fransen ausläuft; auffallen muss es uns aber recht bald, dass in einer Nierenzelle oft zwei bis drei solcher kleinen Kerne vorkommen. Dies ist aber nur der erste Eindruck, den wir beim flüchtigen Einblick in den Tubus erhalten, denn mit Beginn des Studiums dieser Zellen muss uns ein sehr heller großer, ovaler Kern in der Zellmitte auffallen; besonders wenn wir in diesem ovalen Körper einen andern kleinen in seiner Mitte auffinden und zugleich bemerken, dass er in den meisten Fällen einen membranartigen Außenrand aufweist; dann müssen wir die Überzeugung gewinnen, dass wir in den früheren kleinen Kernen nicht den Zellkörper der Nierenzelle, sondern etwas Anderes vor uns haben, und dass der letztbeschriebene ovale Körper in der That der Körper dieser Zellen selbst ist (Fig. 41). Der Zellkörper tritt aber nicht bei allen Zellen in gleicher Weise hervor, sondern manchmal erscheinen seine Ränder etwas verschwommen, während in anderen

Fällen sie sehr scharf vortreten[1]. Bei etwas durch das Deckgläschen gedrückten Zellen erkennt man auch die doppelte Konturirung dieser Kerne oder ihre ziemlich dicke Membran; diese war stets ganzrandig, d. h. nirgends durchbrochen oder unterbrochen. Der Kerninhalt selbst ist hell und bei solcher Präparirweise kann man kein Kerngerüst erkennen. Auffallend ist seine große Hinneigung zum Schrumpfen, wodurch er oft ein durchaus geknicktes Aussehen erhält. Bei vor der Isolation erfolgter Tinktion des Gewebes mit ammoniakalischem Karmin erfährt der Zellkern sehr spät eine Färbung; wenn bereits die schon erwähnten kleinen Kerne schön gefärbt sind, fängt erst dieser Zellkern an einen Rosaanflug zu bekommen. Nach längerem Liegen in der Tinktionsflüssigkeit wird der Kern zwar auch intensiver gefärbt, doch nie so wie der der Nierenzelle anliegende kleine Kern (Fig. 41 *d*). Nach erfolgter Tinktion erkennt man auch ein sehr feines, unklares Kerngerüst. Der Kern kann eine sehr verschiedene Lage in der Zelle einnehmen, doch meistens liegt er basalwärts.

In der Anordnung des sehr feinfädigen Protoplasmas im Leibe dieser Nierenzellen konnte ich mehrfache Stadien erkennen, von welchen die folgenden wohl die charakteristischsten sein mögen. Wenn der Zellleib durchaus frei von Stoffwechselprodukten war, so waren die Protoplasmafädchen stets ganz gleichmäßig im Zellleibe vertheilt (Fig. 41 *a*, *b*), dabei erschien die Zelle ziemlich hell. In mehreren Fällen konnte ich die dicke Netzform[2] des Protoplasmas in der Zelle erkennen (Fig. 42), wann dieses Netz von sehr kleinen gelben Tröpfchen mehr oder weniger erfüllt war; manchmal ließ sich sogar erkennen, dass an einem Knotenpunkte des Netzes ein größerer Klumpen Exkretstoff sich befand, wie dies unsere Fig. 42 vergegenwärtigt. Wenn Stoffwechselprodukte in größeren Mengen in der Zelle sich vorfanden, war die Anordnung des Protoplasmas eine

---

[1] Ob freilich diese Erscheinung auf eine ähnliche Entstehungsweise resp. Auftreten des Zellkernes aus dem Zellleibe Bezug hat, wie die Kerne der Blutkörperchen von Astacus nach Frommann, kann kein todtes Material entscheiden. Siehe C. Frommann, »Untersuchungen über Struktur, Lebenserscheinung und Reaktion thierischer und pflanzlicher Zellen«. Jena 1884. Auch in d. Jenaischen Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XVII.

[2] Die Bildung der netzförmigen Anordnung des Protoplasma aus dem in der Zelle gleichförmig vertheilten Protoplasma hat C. Frommann im Entoderm so wie Ektoderm der Tentakeln von Hydra fusca im Leben unter Einfluss inducirter Ströme direkt beobachtet. S. l. c. pag. 152.

von der vorigen völlig verschiedene, man sah dann, dass das Protoplasma um den Kern sehr dicht angeordnet war, da es dunkler erschien; um den Zellrand war dann eine andere Lage des Protoplasma kortikal vertheilt, welche mit dem um den Kern mehr (Fig. 41 *c*) oder weniger (Fig. 41 *e*) eng zusammenhing. Zwischen diesen zwei Lagen des Protoplasmas befanden sich ein oder mehrere Räume ganz frei von diesem und ausschließlich durch das Paraplasma gebildet (Fig. 41 *c*, *π*). In diesem Paraplasma lagen die größeren Exkretklumpen dem Protoplasma um den Kern stets auf (*d*)[1]; aber auch im Protoplasma konnte man noch einzelne Tropfen des Exkretes erkennen, welche aber stets größer waren als jene bei der netzförmigen Anordnung des Protoplasmas. Ich glaube, dass durch Einwirkung der Reagentien die sonst flüssigen Exkrete erstarrten und dass der Exkretklumpen, wie in Fig. 41 *e* dargestellt wurde, nichts Anderes vorstellt, als größere Exkrettropfen, die sich zu einem einzigen zu vereinigen im Begriff waren. Die Form des Zellleibes ist je nach der Höhe der Epithellage verschieden; sie kann fast kubisch sein oder eine niedrigere Cylinderform mit besonderer Breite vorstellen (Fig. 41 *a*, *b*).

Nachdem ich das, was ich über diese Nierenzellen ermittelte mitgetheilt habe, will ich das sonderbare Verhältnis der Bindegewebszellen zu den Nierenzellen besprechen. Jene kleinen Kerne, die man möglicherweise bei flüchtiger Betrachtung für diejenigen der Nierenzellen halten würde, sind in Wirklichkeit anderen, den Nierenzellen nur anliegenden Zellen zugehörig. Wir erkennen sehr deutlich, dass der Zellleib, welchem dieser Kern angelagert ist, der Nierenzelle basalwärts nur anliegt und mit zwei Fortsätzen den Körper der Nierenzelle nach oben membranartig umgreift (Fig. 41 *c*). Wenn man isolirte Nierenzellen von oben aus betrachtet (Fig. 41 *a*), so sieht man oft, dass einer solchen zwei kleine Zellen von verschiedener Seite anlagern und dass ihre den Zellleib membranartig umgreifenden Fortsätze ohne Grenzen in einander übergehen. Man kann auch diese die Nierenzellen umgreifenden Zellen isoliren und dann erhält man solche mit mehreren Fortsätzen (Fig. 41 *f*); der Kern liegt in der Mitte der Zelle und die zwei abgerissenen langen Fortsätze bilden einen konkaven Innenrand; solche Zellenleiber sind dann schalen-

[1] Man könnte dieses Stadium als dem Exkretionsstadium am nächsten stehend bezeichnen und sich vorstellen, dass dadurch, dass die kortikale Protoplasmalage sich zusammenziehend allmälilich um die um den Kern gelegene anschließt, durch einen damit bedingten Druck die Exkretflüssigkeit aus der Zelle presst. Solche Stadien lassen sich bei den Pulmonaten oft beobachten.

förmig. Es kann sich aber auch der Fall ergeben, und zwar häufig, dass zwei entgegengesetzte Seiten einer Zelle die Membran zweier Nierenzellen bilden, wenn die Schalenzelle bei der Isolation an ihren Fortsätzen gespalten erscheint.

Die Erklärung dieses histologisch so sonderbaren Verhaltens ist keine schwierige. Bei den Acini des Vorderlappens kommt keine Grenzmembran im eigentlichen Sinne vor, sondern statt derselben befindet sich unter den Drüsenzellen eine Zellenlage, deren Elemente schalenförmig, zu zwei bis drei sich ergänzend (Fig. 43), die Nierenzellen einschließen, ihnen gleichsam als eine Hülse dienen. Ihre die Nierenzelle nicht umgreifende Seite trägt Fortsätze, welche oft sehr lang sein können (Fig. 41 *e*) und vermöge welcher diese Zellen in ihre Unterlage vertikal oder horizontal eingreifen. Somit liegen die Nierenzellen in den Bindegewebszellen. Aber wie weit reicht diese Einkapselung? Die Nierenzellen tragen überall eine dicke Membran und wenn man optische Längsschnitte (wirkliche zu untersuchen fehlte mir das Material) betrachtet, so sieht man sehr deutlich die Körper der Schalenzellen sie ganz umgreifen (Fig. 41 *e*, Fig. 44). Dieses Verhalten kann uns weiter nicht befremden, es wird vielmehr bloß als eine sonst nicht bekannte Erscheinung der bei anderen Prosobranchiern zur Grenzmembran werdenden Zellen bezeichnet werden müssen; ob aber die Nierenzelle von allen Seiten von den Leibern der schalenförmigen Zellen umgeben wird, ist eine wichtige Frage.

Obgleich ich für die Richtigkeit meiner Figuren 41 *e* und 44 bürge, so kann ich doch nicht annehmen, dass die Nierenzelle durchaus von allen Seiten umschlossen wird, vielmehr glaube ich, dass doch (wie ich jetzt ersehe war mein Augenmerk zu wenig auf diesen Punkt gerichtet) eine kleine, vielleicht schlitzförmige, Öffnung in der Umhüllung der Nierenzelle gegen das Drüsenlumen zu sich finde. Jedenfalls müsste diese Öffnung eine sehr kleine sein. Es ist mir begegnet, dass ich beim Isoliren mit der Nadel diese sonderbare Membran um die Nierenzelle aufriss, so dass letztere aus ihrer Hülle entfernt wurde (Fig. 45). An diesem Präparat waren aber die Ränder der drei Zellen völlig unkenntlich mit einander verwoben und es machte ganz den Eindruck als wenn sie nach Art einer homogenen Membran mit einander verwachsen wären; da erst erinnerte ich mich der Bilder, welche die isolirten Elemente aufwiesen (Fig. 41 *f*). Immerhin ist es möglich, dass solche isolirte Elemente bloße Kunstprodukte sind und durch den mechanischen,

verhältnismäßig starken Eingriff der Nadel erzeugt wurden. An dem oben erwähnten Präparat war somit scheinbar eine geschlossene Kapsel zu sehen, die durch einen Riss die zerstörte Nierenzelle austreten ließ; dies beweist aber auch noch nichts für das vollständige Geschlossensein der Kapsel, und die Annahme wird dadurch nicht ausgeschlossen, dass die oben vermuthete Öffnung, durch welche der Leib der Nierenzelle in das Drüsenlumen frei vortritt, vorhanden ist und dass der weitere Riss von hier aus entstanden sein mag.

Wo zwei Acini an einander stoßen, werden sie durch Bindegewebe an einander gehalten; dieses Bindegewebe wird von langen bis spindelförmigen Zellen gebildet (Fig. 41 *g*, *h*), welche fest an einander liegen (Fig. 44 *vz*) und die Acini verbinden. Zwischen die Lücken dieses Gewebes greifen dann die basalen Fortsätze der Schalenzellen förmlich ein oder setzen sich in Form langer Fasern (Fig. 41 *e*) zwischen sie fort. Es wäre möglich, dass dieses Bindegewebe seiner Phylogenie nach mit den Plasmazellen in Connex zu bringen ist.

Das sonderbare Verhalten der Schalenzellen zu den Nierenzellen steht in seiner Art einzig da, aber dennoch scheint mir die schon oben angedeutete Erklärung plausibel. Stellen wir uns vor Allem die histogenetisch zwar nicht beantwortete, speculativ gewiss leichter zu erledigende Frage: wie ist die Grenzmembran der Drüsen etc. entstanden? Die gedachte Antwort ist einfach die, dass in einer einzelligen, unter einer Epithelschicht befindlichen Schicht die Individualität der Zellen dadurch, dass ihre Ränder mit einander gänzlich (bis auf weitere Untersuchung) verwachsen sind, aufgehoben wurde und sich damit, abgesehen vom physiologischen Werthe, ein plasmodienartiges Gewebe bildete. Die Kenntnis der Plasmodien ist dem heutigen Stande histologischen Wissens zwar wenig angepasst worden, aber man wird annehmen dürfen, dass in jeder Zelle der Kern mehr oder weniger vom Protoplasma umgeben wird, so dass das Plasmodium, falls seine Kerne deutlich sind, derart aufzufassen ist, dass zwar Paraplasma verschmolzen ist, aber durch das Vorkommen der jeweiligen Protoplasmamassen um den Kern die Grenze angedeutet wird, bis wohin die noch gewissermaßen geltende Zellenindividualität erhalten ist. Die Membrana basilaris ist bestimmt, dadurch, dass sie im gegebenen Falle mit kurzen Fortsätzen die Zellenbasis, gleichsam wie der Kelch einer Haselnuss diese, umgiebt, die Epithelschicht festzuhalten. Wir können also annehmen, dass bei dem Hinterlappen der Doliumniere sich der

embryonale Stand der Schicht, welche die Grenzmembran zu bilden berufen war, sich in so fern erhielt, als es hier zu keiner Membranbildung kam, sondern mehrere Zellen sich mit einander vereinten um einer Drüsenzelle zur Schale zu dienen. Eine andere Seite einer dieser schalenbildenden Zellen kann in die Schalenbildung der benachbarten Nierenzelle eingehen.

Ich verlasse nun Dolium, um kurz der Cassidaria zu gedenken. Hier sind die Verhältnisse dieselben wie bei der vorigen Form, nur in einigen Punkten von untergeordneter Bedeutung zeigen sich Differenzen. Der Hinterlappen ist noch immer in zwei Stücke geschieden, doch zeigt sich in so fern eine Abweichung von Dolium, als die zwei Lappenstücke näher an einander gerückt sind und das isthmusförmige Verbindungsstück dem zufolge kürzer und breiter geworden ist. Die histologische Zusammensetzung habe ich leider wegen Mangel brauchbaren Materiales nur flüchtig untersuchen können; so viel zeigte sich immerhin, dass die niedrig cylindrischen Nierenzellen an Größe jenen des Dolium bedeutend nachstanden und auch der Zellkern im Verhältnis zum Zellleibe um Vieles kleiner war. Die bindegewebigen Schalenzellen waren nicht vorhanden, dafür ließ sich eine Grenzmembran mit großen Kernen erkennen, in deren Vertiefungen die Zellbasis eingekeilt war.

Der Vorderlappen, obgleich noch mächtig, besitzt nicht jene Dicke wie bei Dolium; auch muss bemerkt werden, dass nach oben zu der Vorderlappenrand genau an den Rand des größeren Hinterlappenstückes anstößt. Sein histologischer Bau weicht von dem des Dolium durchaus nicht ab.

Dieses Zusammengedrängtsein der Niere lässt auf einen jüngeren, eher den Muriciden sich anschließenden Zustand der Cassidaria unter den Doliiden schließen.

Muriciden.

Von Muriciden wurde Murex trunculus L. untersucht. Hier ist die Sackform der Niere noch mehr ausgesprochen als bei den Doliiden und vermuthlich waren es hauptsächlich diese Formen der Prosobranchier, welche den älteren Autoren bei ihrer Beschreibung vor Augen schwebten als sie aussagten, dass die Prosobranchierniere ein Sack sei, dessen Wände von der spongiösen Drüsenwand gebildet würden. Wenn man die länglich sackförmige Niere, deren Längsachse in situ von links nach vorn und rechts gerichtet ist,

von rechts eröffnet (Fig. 24), so erkennt man folgende Verhältnisse. Der Vorderlappen hat seine frühere bei den Doliiden einnehmende Lage bewahrt, doch ist er (*vl*) im Verhältnis zum Hinterlappen bedeutend kleiner und schmächtiger geworden; obgleich er noch denselben Bau wie bei den Doliiden besitzt, macht er den Eindruck eines in der Rückbildung begriffenen Organtheiles. Die Kenntnis anderer, im Stammbaum der Prosobranchier jüngerer Formen wird zu entscheiden haben, ob diese Vermuthung begründet ist. An den Vorderlappen stößt der einheitliche und große Hinterlappen (*hl*) nach oben und rechts an. Wir können an diesem Lappen nicht mehr die drei Lappentheile erkennen, sondern er bildet eine einheitliche Drüsenmasse, welche in das Lumen der Urinkammer vorspringt. Seine acinöse Struktur hat er durchaus bewahrt, nur seine Epithelien haben sich so weit anders gestaltet, als sie eine hochcylindrische mit kleinem Kern versehene Form annahmen. Die Epithelzellen sitzen einer Grenzmembran auf.

Jedenfalls haben wir in der Niere der Muriciden äußerst junge Verhältnisse vor uns, und sollte sich meine Vermuthung, dass der Vorderlappen allmählich sich rückbildet, bestätigen, so ließen sich darin möglicherweise Anknüpfungspunkte an die Pulmonaten auffinden.

Vergleichende Betrachtungen über die Niere der Kiemenschnecken.

Zum Schlusse dieser Arbeit möchte ich jene allgemeinen Gesichtspunkte, die durch vorliegende Untersuchung erreicht werden konnten, zusammenfassend erörtern. Bevor dieses jedoch geschehen kann, muss die Niere der Placophoren kurz besprochen werden, um diese Verhältnisse als jene der Stammformen der Gastropoden zum Ausgangspunkte unserer Darstellung hinzustellen.

Über die Niere der Placophoren wurde fast gleichzeitig von A. Sedgwick[1] und mir[2] berichtet. In einem wesentlichen Punkte differirten unsere Angaben; Sedgwick nämlich hatte auf Querschnitten den Nierentrichter und dessen Mündung in das Perikardium aufgefunden und in seinem Schema aufgeführt: ich habe diesen Befund

[1] A. Sedgwick, »On certain points in the Anatomy of Chiton«. From the Proceeding of the Royal Society. 1881.

[2] B. Haller, »Die Organisation d. Chitonen d. Adria«. I. Arbeiten a. d. zoolog. Instit. zu Wien. Bd. IV. 1882.

bezweifelt und den Trichter für rudimentär erklärt. Nachher wurde meine Angabe von J. F. VAN BEMMELEN[1] als unrichtig bezeichnet und SEDGWICK's Befund bestätigt. An meinem früheren Befund festhaltend, hatte ich meiner Ansicht Ausdruck gegeben im Jahrgang 1883 des Zoologischen Anzeigers Nr. 149.

Heute, nachdem ich an den riesenhaften Formen exotischer Chitonen meine Untersuchung vorurtheilsfrei wieder aufnehmen konnte, war mein Erstes, jenen fraglichen Punkt über die Niere abermals einer Prüfung zu unterziehen. So gereicht es mir zur größten Freude, meinen früheren Irrthum erkennend, die diesbezüglichen Angaben SEDGWICK's und VAN BEMMELEN's für richtig zu erklären[2].

In Figur 46 der erwähnten Arbeit bildete ich den gewöhnlich dunkelgelben Gang, der ziemlich aus der Mitte des Nierenkörpers entsprang und sich nach hinten begab, und den ich Nierengang nannte, so ab, dass er mit seinem Endtheil (von mir früher Endgang genannt) nach außen mündet. Die kleinen europäischen Arten konnten diese Täuschung hervorrufen und diejenigen, die mit der Subtilität dieser Formen betraut sind, werden über meinen Irrthum milder zu urtheilen wissen. Bis auf die Mündungsverhältnisse ist meine Abbildung und Beschreibung in der citirten Arbeit durchaus richtig und ich halte das dort Gesagte auch heute aufrecht. Auch meine Querschnitte sind der Wahrheit getreu entworfen worden, nur hat VAN BEMMELEN mit vollem Rechte betont, dass auf dem Querschnitte Fig. 35 der Querschnitt des bewimperten Ganges nicht in den nach außen mündenden Quergang, sondern nach vorn in den Wimpertrichter übergeht. Darauf bemerkte ich, dass ein vor diesem Querschnitt gelegener Schnitt diesen von mir behaupteten Übergang besser vergegenwärtigt. Heute, nachdem ich dieses Präparat abermals genauer betrachtete und neben den vorigen auch andere Serien besitze, muss ich meine damalige Entgegnung im Zoolog. Anzeiger zurückziehen.

Sowohl die neuen Querschnittserien europäischer Arten, als

---

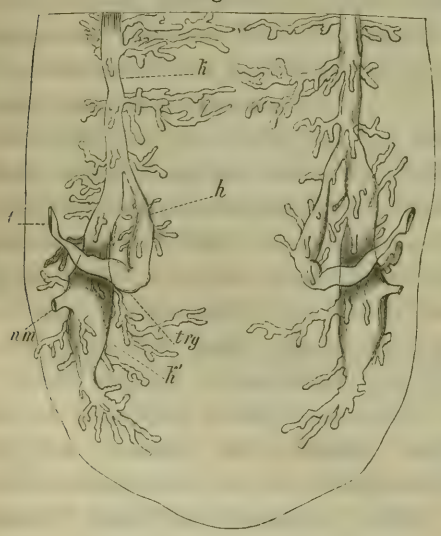
[1] J. F. VAN BEMMELEN, »Zur Anatomie der Chitonen«. (Vorl. Mittheilung. Zoolog. Anzeiger. VI. Jahrgang. 1883. Nr. 142, 143.

[2] Noch ein anderer Punkt in der Anatomie der Chitonen wäre, über welchen ich an meinen früheren Angaben auch vorläufig verbessern möchte; es betrifft die Geschlechtsdrüse. Die Ausführungsgänge der Geschlechtsdrüse entspringen nicht, wie ich fälschlich angab, ventral, sondern dorsal vom Drüsensacke. Somit sind meine zwei diesbezüglichen Abbildungen Fig. 39, 40 l. c.) von der dorsalen Seite aufgenommen.

hauptsächlich schöne Totalpräparate von den großen exotischen Formen setzen mich in den Stand, meinen Fehler wieder gut zu machen. Die Histologie wurde in meiner früheren Arbeit, wie ich glaube, ausführlich und richtig erörtert und ich möchte hier auf beigegebenem Holzschnitt kurz die Mündungsverhältnisse, wie ich dies bei Chiton magnificus[1] Deshayes, eine Chitonform, welche von Xav. Poli zu der Unterabtheilung Lophyrus gerechnet wurde[2], gefunden, skizziren[3].

Jener aus dem Nierenkörper entspringende, seiner Zeit von mir als »Nierengang« bezeichnete Gang (Holzschnitt Fig. 1 *h*) ist kürzer als dies bei Ch. siculus Gray der Fall gewesen[4]. Hier, gleich wie bei Ch. sic., münden in diesen Gang Nierenläppchen und sein Bau ist gleich dem des Nierenkörpers. Nach hinten biegt dieser Gang in einen gleich weiten über (*trg*), den ich früher »Endgang« nannte; letzterer mündet jedoch nicht nach außen, sondern begiebt sich nach vorn und außen unter dem jederseitigen vorderen Perikardialwinkel und mündet in das Perikard. Dieser Gang, der nichts Anderes als der Trichtergang ist, ist Anfangs weit, verengt sich dann aber allmählich, um plötzlich in den Trichter sich zu erweitern (*t*). Seinen engen Abschnitt erkannte ich schon in meiner früheren Arbeit, doch deu-

Fig. 1.



[1] Das Thier rührt aus einem Glase her, in welchem Chitonen der Sammlung der »Chierchia« aus Coquimbo, Copiapa und Valparaiso waren, darum kann der genauere Fundort nicht angegeben werden.

[2] Siehe J. G. Chenu, »Manuel de Conchyologie et de paléontologie conchyologique«, Paris 1859. pag. 380.

[3] Bei den verschiedenen Arten der Chitonen finden sich betreffs der Form des Nierentrichters etc. kleine Abweichungen, über die ich in nächster Zeit ausführlicher berichten werde.

[4] l. c. Fig. 46.

tete ich ihn für einen dünnen Fortsatz des »Endganges«, welcher das Trichterrudiment vorstelle.

Der Trichter ist bei Chiton magnificus nicht sehr voluminös im Vergleich mit anderen Chitonen. Über den Trichtergang berichtete ich schon, dass er ein mit Geißeln versehenes hohes Epithel trägt, ähnlich dem Trichter, wie ich hier beifügen möchte.

Die Mündung der Niere nach außen erfolgt dadurch, dass aus dem erweiterten Abschnitte des Nierenkörpers (*k'*) ein enger Gang nach außen unter der Kiemenreihe mündet. Somit würde meine jetzige Angabe über die Niere der Chitonen mit jenen SEDGWICK's und VAN BEMMELEN's übereinstimmen und würde meine frühere Beschreibung der Placophorenniere in diesem Punkte ergänzen resp. verbessern. In dieser Arbeit habe ich die Niere der Placophoren nur desshalb berücksichtigt, um sie mit der Niere der Prosobranchier vergleichen zu können und diese aus ihr abzuleiten.

Schon auf der ersten Seite dieser Arbeit drückte ich meine Ansicht darüber aus, dass sich die phyletischen Beziehungen zwischen der Niere der Chitonen und jener der Fissurellen auch ohne Kenntnis der Niere der Patelloiden in den Hauptpunkten verstehen ließen, ich sage nur in den Hauptpunkten, denn sicherlich wird die genaue Kentnis der Patelloidenniere in speciellen Fragen aushilflich sein können. Dass freilich bei echt wissenschaftlichen Betrachtungen alle nur möglichen Fälle gekannt sein sollten, würde sich jeder exakte Forscher wünschen. Meine eigenen Untersuchungen über die Patelloiden sind im allerersten Beginn und so habe ich kein Urtheil über ihre Niere, die Angaben jedoch, die über dies Thema gemacht worden, sind mir wenigstens nach meinen heutigen Erfahrungen über die Niere der Prosobranchier mehr als unwahrscheinlich. Die erste Angabe wurde von E. RAY LANKESTER[1] gemacht. W. H. DALL, dessen Angaben von H. v. IHERING bestätigt wurden, fand sonderbare Verhältnisse. Da die diesbezügliche Zusammenstellung in IHERING's citirter Arbeit geschehen ist, mir außerdem DALL's Arbeit im Original gar nicht bekannt ist, so will ich v. IHERING selbst reden lassen[2]. »Auch bei Patellen finden sich zwei gesonderte BOJANUS'sche Organe, von denen aber das linke schwächer entwickelt ist, ja nach DALL bei manchen Arten ganz

[1] E. RAY LANKESTER, »On some undescribet points in the Anatomy of Patella vulgata«. Annals and mag. of nat. hist. III. Serie. Tom. 20. London 1867.

[2] l. c. pag. 586, 587.

verkümmert sein kann. Die große unpaare Geschlechtsdrüse entbehrt, wie schon E. Ray Lankester richtig angegeben, vollständig eines Ausführganges. Ray Lankester vermuthet, es möchten die Geschlechtsprodukte durch die von ihm gefundenen »capito-pedal orifices« entleert werden, durch zwei Öffnungen, welche jedoch wohl nur zur Wasseraufnahme (Öffnungen der Pedaldrüse, Haller) dienen werden. Denn die Geschlechtsprodukte werden, wie Dall fand, durch die Niere entleert. Es besteht jedoch keine dauernde Verbindung zwischen Niere und Geschlechtsdrüse (Fig. 5 *f*), sondern zur Brunstzeit verwächst die Wandung der Geschlechtsdrüse mit derjenigen der darüber liegenden Niere, und dann bilden sich Löcher, durch welche die Geschlechtsprodukte in die Niere gelangen. Dall fand auf diese Weise Massen von Sperma in die Niere eingedrungen, und es wird so in gewisser Beziehung die Ansicht Cuvier's wieder aufgenommen, in so fern nämlich Cuvier die Öffnungen der Bojanus'schen Organe für die Mündungen der Eileiter hielt.«

Wie aus diesem Citate zu entnehmen ist, sind die über die Niere der Patellen gemachten Angaben im schroffen Widerstreite mit den Verhältnissen, wie sie vor Allem die Rhipidoglossen aufweisen, und ich zweifle nicht, dass zukünftige Untersuchungen auch in dieser Beziehung die Patellen zwischen Placophoren und Rhipidoglossen anreihen werden.

Um aber auf unser Thema zurückzukommen, wollen wir die Niere der Chitonen vom vergleichenden Standpunkte betrachten. Durch die Einflüsse, durch welche die Körpergestalt der Fissurellen eine Veränderung erlitt, wurde auch die ventrale Lagerung der Niere aufgegeben. Bei unseren Betrachtungen interessirt uns diese Lageveränderung nicht, nur die durch die Veränderung der Körpergestalt erlittene Veränderung der Nierenform. Es ist klar, dass die lange Nierenform der Chitonen ein primäres Verhältnis darstellt, aus welcher sich die Niere der Fissurellen durch Übergänge herausbildete. Vor Allem koncentriren sich die Nierenacini immer mehr, wodurch der Nierenkörper zwar kürzer aber weiter wurde. Bereits die hintere Erweiterung des Nierenkörpers der Chitonen weist darauf hin, dass durch die Ansammlung der Exkrete dortselbst die Ausbuchtung des Nierenkörpers bedingt wurde. Wie schon der vordere Nierenkörper dazu bestimmt ist, neben seiner exkretorischen Thätigkeit noch die Exkrete zu sammeln, so musste um so mehr der erweiterte hintere Abschnitt jene Exkrete für gewisse Zeit bis zur Entleerung nach außen beherbergen; und so entstand aus dem

erweiterten Sammelgange der acinösen Drüse ein Reservoir und der Nierenkörper musste neben seiner exkretorischen Thätigkeit zugleich als »Urinkammer« dienen. Desshalb ist es hauptsächlich dieser hintere Abschnitt des Nierenkörpers der Chitonen, welcher mit der Urinkammer der Fissurellen verglichen werden muss. Der vor diesem Theile gelegene Nierenabschnitt ist zum Vorderlappen, der hinter ihm gelegene Abschnitt zum Hinterlappen der Fissurellen geworden, dabei ist die rechtsseitig vollkommen erhaltene Niere durch den Druck der übrigen Eingeweide nach oben verschoben worden. Auf diese Weise erhalten wir die Niere der Fissurellen. Die Niere hat sich aber koncentrirt und der Nierenkörper ist nach vorn auf diese Weise in den Hinterlappen einbezogen worden, d. h. er hat sich verkürzt. Auf die Frage, bis wohin würde sich die Urinkammer bei Chitonen im Nierenkörper erstrecken, wäre zu antworten, dass selbst bei den Fissurellen die Urinkammer nur äußerlich kenntlich ist, da sie im Baue den Nierenacini gleich ist und keine gestaltlichen Besonderheiten aufweist. Jedenfalls aber können wir sagen, dass im Laufe der Phylogenie die Urinkammer von jener Stelle des Nierenkörpers an sich hat bilden können, von wo jener drüsige Gang abzweigte, der später zum Trichtergange wird; wenigstens tritt bei den Prosobranchiern der Trichtergang von der Urinkammer ab. Wir haben gesehen, dass dieser sich später in den Trichtergang fortsetzende Gang eine noch durchaus mit der übrigen Niere übereinstimmende Struktur aufweist[1], selbst noch Nierenacini in sich münden lässt und nur von der Stelle an jenes Epithel trägt, das sich auch im Trichtergang der Prosobranchier vorfindet[2], wo er nach außen biegt; darum können wir nur diesen Theil des Ganges mit dem Trichtergang vergleichen, den vorigen Abschnitt aber als ein Zwischenstück, welches von den Placophoren selbständig erworben wurde und auf die höheren Formen sich nicht vererbt hat, wenngleich es möglich erscheint, dass er sich bei gewissen Opisthobranchiern auffinden ließe.

Von den Fissurellen aus aufsteigend gelangen wir zu den Haliotiden, einer Gattung, welche den Fissurellen in jeder

[1] Siehe darüber meine citirte Arbeit.

[2] Dass dieses Epithel bei den Chitonen eine Geißel trägt, bei Prosobranchiern jedoch Flimmern, ist weiter kein besonderer Unterschied, da ja beide die gleichartigen Bildungen sind.

Beziehung nahe steht. Diese nahe Verwandtschaft prägt sich auch in Betreff der Niere im vollen Maße aus. Die Niere zeigt auch noch äußerlich jene acinöse Beschaffenheit, ihre zwei Lappen haben sich jedoch von einander gesondert und die Urinkammer ist voluminöser geworden. Betreffs des histologischen Baues schließt sich aber Haliotis bereits den Trochiden an, da sich bereits zweierlei Elemente im Nierenepithel vorfinden, denn bei den Chitonen und Fissurellen haben wir gesehen, dass das Nierenepithel von nur einer Zellenart gebildet wird. Ob auch bei den Chitonen, wird die experimentelle Untersuchung zu entscheiden haben, dass aber bei Fissurellen die Nierenzelle zwei Stoffe secernirt, ob gleichzeitig, ob zu verschiedener Zeit, scheint mir gewiss. Bei den Haliotiden hat bereits eine Arbeitstheilung in der Ausscheidung der zwei Stoffe in so fern stattgefunden, als innerhalb der Acini sowohl, wie der Urinkammer, zwei verschiedene Zellenarten sich vorfinden. Die zwei hypothetischen Stoffe (möglicherweise neben der Harnsäure noch Guanin) werden also von verschiedenen Zellen ausgeschieden. Einen ferneren Unterschied weisen die Haliotiden im Auftreten des Papillarganges auf, der zwar histologisch sich bei den Fissurellen andeutungsweise vorfindet, aber äußerlich und quantitativ noch nicht zur vollen Ausbildung gelangte. Ferner zeigt die Niere der Haliotiden durch die beginnende Torsion des Körpers eine kleine Verschiebung nach links. Die linke Niere, welche bei Fissurella in der Rückbildung begriffen war, schwindet bei den Haliotiden gänzlich.

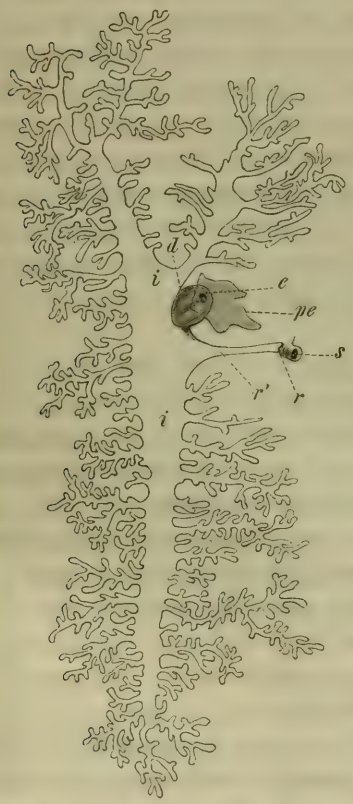
Es scheint, dass je höher wir in der Gruppe der Prosobranchier aufsteigen, um so mehr stellt sich das Bedürfnis nach einem größeren Sammeltroge für das Exkret der Niere ein; wenigstens ist bei Trochiden die Urinkammer im Vergleich zu Haliotiden sehr ansehnlich entwickelt. Durch die Torsion des Körpers wird verursacht, dass die Eingeweide gedrängter an einander zu liegen kommen; dadurch haben auch die zwei Nierenlappen, bei denen das bereits bei Haliotis begonnene Auseinanderrücken vollständig erreicht wird, ein kompakteres Gefüge erhalten; weniger der Vorderlappen, welcher im Vorderkörper zu seiner Längsstreckung noch mehr Platz hatte, bedeutender jedoch der Hinterlappen. Sowohl die beiden Nierenlappen wie die Urinkammer tragen die bereits bei Haliotiden auftretenden zwei Zellenarten gleichmäßig vertheilt in der Epithellage und somit versieht die Urinkammer trotz ihrer Volumzunahme sowohl die Funktion der Ausscheidung als jene der An-

sammlung des Sekretes. Der Papillargang ist mächtiger entwickelt als bei der vorherigen Form, da jedoch die Torsion bei den Trochiden eine bedeutendere ist, so hat dieser Gang eine durchaus linksseitige Lagerung neben dem Afterdarm eingenommen. Zugleich erkennen wir durch den Vergleich mit höheren Formen, dass der Papillargang eine selbständig erworbene sekundäre Bildung darstellt, welche nur bei gewissen Formen der Prosobranchier und zwar bei den älteren zu finden ist; als solche wären zu nennen Haliotiden, Trochiden, Paludinen unter den Rhachiglossen, die Volutiden und Coniden unter den Toxioglossen. Somit ist ersichtlich, dass unter den verschiedensten Abtheilungen des TROSCHEL'schen Systemes der Prosobranchier der Papillargang sich vorfinden kann und künftige Untersuchungen, bei welchen die experimentelle Physiologie eine bedeutende Rolle zu spielen haben wird, werden zu entscheiden haben, worauf das Fehlen dieses Organes unter den höheren Formen sich begründet.

Die Gedrängtheit des Nierengefüges ist bei den Doliiden weiter vorgeschritten und die Urinkammer hat sich bedeutend vergrößert und im ganzen Verhalten prägt sich eine Arbeitstheilung aus. Die Urinkammer wurde von der einen Funktion enthoben, denn indem sie die exkretorische Thätigkeit eingebüßt hat, dient sie nunmehr dazu, die Exkrete zu bergen, wie dieses ihr einfaches Plattenepithel beweist. Die zwei Nierenlappen haben ihre Gestalt geändert, was jedoch von untergeordneter Bedeutung ist, wie auch der Umstand, dass der Vorderlappen nach oben und links an das Perikardium gerückt ist; es besteht aber dabei eine stets geringere Mächtigkeit als im Hinterlappen. Mächtiger ist er bei den Doliiden, schwächer bei den Muriciden; ob diese Abnahme an Umfang bei den Muriciden auf seine beginnende Rückbildung hinweist, ist, für heute wenigstens, nicht zu erweisen. Der Hinterlappen zerfällt entweder in drei mit einander zusammenhängende Abschnitte (Doliiden), die mehr (Cassidaria) oder weniger (Dolium) eng an einander liegen, oder er wird zu einer einheitlichen Drüsenmasse geformt (Muriciden). Beide Lappen sind von einander äußerlich schon durch ihre Farbe, innerlich durch eine verschiedene histologische Zusammensetzung verschieden, denn während der Vorderlappen aus jenen Zellen gebildet wird, welche wir im Epithel der Haliotiden und Trochiden die »kleinkernige« nannten und welche Zellenart bei Fissurella das einzige epithelbildende Element war, wird der Hinterlappen bloß von den großkernigen Zellen gebildet.

die bei Dolium eine besondere Größe erlangen. Somit ist in den zwei Lappen eine ausgesprochene Arbeitstheilung eingetreten. Das bei gedrängtem Gefüge des Nierengewebes sich entwickelnde Bindegewebe hat sich besonders entfaltet.

Fig. 2.



Zum Schlusse möchte ich noch den Grund erwähnen, welcher mich außer Anderem veranlasste, den hellen halbmondförmigen Abschnitt der Niere der Doliiden und Muriciden als Vorderlappen zu bezeichnen und nicht als einen etwa abgeschnürten Theil des Hinterlappens. Die Arterie des Hinterlappens verläuft in allen vorherigen Fällen an der inneren Fläche des Hinterlappens, während jene des Vorderlappens an der äußeren Fläche des Lappens aufliegt. Gerade diese Verhältnisse zeigen sich bei Doliiden und Muriciden.

Es ist hier der beste Ort den Vergleich der Niere der Placophoren und Prosobranchier mit jener der Opisthobranchier, speciell der Nudibranchier, zu versuchen, denn auch in diesem Organe spricht sich die von H. v. Ihering so unverständlicherweise bezweifelte monophyletische Abstammung der Mollusken ab. Für eine solche spricht übrigens die Ontogenie am deutlichsten, wie dieses bereits von Rabl[1] richtig betont und selbst für die scheinbar aberranten Formen, wie die Scaphopoden, lässt sich eine, meiner Ansicht nach recht passende Erklärung als Stammformen der Cephalopoden geben, wie dieses Grobben[2] unlängst gezeigt hat.

---

[1] C. Rabl, »Über die Entwicklung der Tellerschnecke«. Dieses Jahrbuch. Bd. V.

[2] l. c.

Den nächsten Anknüpfungspunkt zur Vergleichung der Niere der besprochenen Gasteropodenformen mit jenen der Nudibranchier geben uns Bornella und die Doriden. Meiner Ansicht nach haben sich bei diesen Formen unter den Nacktschnecken die primären Verhältnisse bewahrt, während die anderen mehr oder weniger von diesem Nierenschema abweichende Formen, wie etwa die Sackform bei Phylliroë etc. als bereits sekundär sehr umgebildete sich darstellen.

Ich habe die von Ihering kopirte Abbildung A. Hancock's[1] nach v. Ihering abermals im Holzschnitte vorgestellt, um bei der Vergleichung verständlicher sein zu können.

Man findet bei Bornella die Niere in sehr schön acinöser Form, die, wie ich gleich aufmerksam machen möchte, wenn wir von ihrem unpaaren Vorkommen und ihrer Lagerung absehen, die größte Ähnlichkeit mit der Niere der Chitonen bietet. Gleich wie dort (s. Holzschnitt) erweitert sich der Sammelgang der Drüse, den ich bei Chiton als Nierenkörper ansprach, gegen seine äußere Mündung zu und diese Erweiterung wird allgemein in der Litteratur als Urinkammer (*i*) bezeichnet. Der Nierentrichter (*d*) mündet in das Perikardium und hat eine kurze breite Form, so dass wir speciell bei Bornella von keinem Trichtergange reden können. So lange diese Mündung nicht als die eines Wimpertrichters und das Perikardium nicht als ein Theil der sekundären Leibeshöhle aufgefasst wurde, nannte man ihn »Nierenspritze« (R. Bergh), »pyriform vesicle« (Hancock). Aber auch jener drüsige Fortsatz, der sich bei Chiton in den Trichtergang fortsetzt, fehlt; ein Trichtergang soll aber, nach den Beschreibungen, bei manchen Dorisarten sich finden. Die Urinkammer mündet mit einem dünneren (Bornella) oder erweitertem Gange (Doris) nach außen, so dass also hier ein Papillargang nicht auftritt. Die Ähnlichkeit mit der Chitonniere ist also bei diesen Formen der Opisthobranchier mehr gewahrt worden, als bei den höheren Prosobranchiern.

[1] Aus: On the Structur and Homologies of the Renal Organ in the Mollusks. Transact. of the Linn. Soc. Vol. XXIV.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Fissurella costaria Defr. Das Perikardium von oben geöffnet. Herz sammt Darmstück entfernt. *N* Niere, *t* Trichter derselben mit seiner Öffnung in das Perikardium, *kv* Anfang der rechten Kiemenvene (der Vorhof abgeschnitten), *g* Aorta abdom, *ed* Enddarm, *ap* Afterschlitz des Mantels mit dem After, *w* Decke der Kiemenhöhle, *mr* Mantelrand.

Fig. 2. F. cost. Die Niere frei präparirt (zweimal so groß wie auf der vorherigen Figur). *s* Urinkammer, *v* innerer, *h* äußerer Theil des Hinterlappens, *y* Vorderlappen, *t* Nierentrichter, *ng* verengter Abschnitt der Niere mit der äußeren Öffnung.

Fig. 3. F. cost. Querschnitt. *L* Kiemenhöhle, *N* Niere, *P* Perikardialraum, *H* Herz, *ed* Enddarm, *R* Mantel, *gö* Genitalöffnung, *rn* Gang der rechten Niere, *ln* jener der rudimentären linken Niere, *vv* Kiemenarterien *n* Nerv.

Fig. 4. F. cost. Aftergegend. Das Kiemenhöhlendach ist nach hinten umgeschlagen. *asp* Afterspalte im Mantel, *a* After, *gö* Genitalöffnung, *hd* Hypobranchialdrüse, *rk* rechte Kieme, *kw* Kiemenwurzel, *lk* linke Kieme, *ka* Kiemenarterie, *kv* Kiemenvene, *rn* Öffnung der rechten Niere, *ln* Öffnung der linken Niere.

Fig. 5. F. cost. Schnitt aus der Niere. Bloß links sind die Wimperhaare gezeichnet, rechts sind die Epithelzellen von Exkrettropfen frei, links unten von solchen erfüllt.

Fig. 6. F. cost. Isolirte Zellen aus der Niere.

Fig. 7. Haliotis tuberculata. *L* Aftergegend. Das Kiemenhöhlendach ist nach hinten umgeschlagen. *ed* Enddarm, *hd* Hypobranchialdrüse, *rk* rechte, *lk* linke Kieme, *gö* Genitalöffnung, *rn* Nierenöffnung, *ma* Mantelschlitz, *mr* Mantelrand.

Fig. 8. Niere von H. tub. (halb so groß gezeichnet als jene der Fissurella). *s* Urinkammer, *t* Trichter, *y* Vorderlappen der Niere, *v* innerer, *h* äußerer hinterer, *h*, äußerer vorderer Theil des hinteren Nierenlappens, *g* Papillargang mit der äußeren Nierenmündung.

Fig. 9. H. tub. Das Perikardium *P* von oben geöffnet, Herz und Darmtheil entfernt. *ed* Enddarm, *t* Mündung des Nierentrichters, *lkv* linker Vorhof (theilweise), *rn* Papillargang von oben eröffnet, *sm* Spindelmuskel, *hd* Hypobranchialdrüse, *lk* linke, *rk* rechte Kieme, *v* innerer Theil des hinteren Nierenlappens, von innen dem Perikard anliegend.

Fig. 10. Turbo rugosus Defr. Aftergegend. Das Kiemendach ist von links geöffnet und nach rechts umgeschlagen. *K* Kieme, *N* Niere, *rn* Papillargang mit der äußeren Öffnung der Niere, *gö* Genitalpapille, *ed* Afterdarm, *kr* rechtes Kiemenrudiment, *hd* Hypobranchialdrüse, *rm* Mantelrand.

Fig. 11. Murex trunculus. Aftergegend. Kiemenhöhle in der Mitte geöffnet. *y* Geruchsorgan (Spengel), *K* Kieme, *hd* Hypobranchialdrüse (hier Purpurdrüse), *N* Niere, *rn* äußere Nierenöffnung, *ed* Enddarm, *edr* braune Enddarmdrüse, *gö* Genitalöffnung, *sr* Samenrinne, *p* Penis, *mr* Mantelrand.

Tafel II.

Fig. 12. Fissurella costaria. Schnitt aus der rechten Körperhälfte im rechten Kiemenhöhlenwinkel. *N*,*N'* Niere, *gd* eingeengter Hoden, *gg* Genitalgang in die Kiemenhöhle mündend, *ah* äußere Haut.

Fig. 13. F. cost. auf Fig. 12 nach vorn folgender Schnitt; wie vorher, *rsm* rechter Schalenschließmuskel.

Fig. 14. F. cost. Schnitt durch die äußere Mündung der Niere. *ah* äußere Haut, *r* Kiemenarterie, *nn'* Zotten im Papillargange.

Fig. 15. Haliotis tuberculata. Querschnitt aus der Gegend der Mündung der Urinkammer *Uk* in den Papillargang *Pg* der Niere, *t* Trichtergang, *N'N* Niere, *D* Darm, *ed* Enddarm, *Kg* Kiemenarterie, *g* Gefäß, *Hd* Hypobranchialdrüse.

Fig. 16. H. tub. Querschnitt aus dem Nierenepithel.

Fig. 17. H. tub. Isolirte Epithelzellen der Niere.

Fig. 18. Turbo rugosus. Schnitt aus dem hinteren Nierenlappen. *g* Arterie des hinteren Nierenlappens, *Uk* Urinkammer, *D* Darm.

Fig. 19. Turbo rug. Schnitt durch vorige Arterie *gg*, *Uk* Urinkammer, rechts nach innen Bindegewebszellen unter dem Gefäß liegend.

Fig. 20. Turbo rug. Schnitt durch die Mündung des Nierentrichters *T* in das Perikard, *PG* Papillargang, *D* Darm, *n* letzteren mit anderen Organtheilen verbindendes Bindegewebe, *ah* äußere Haut.

Fig. 21. T. rug. Schnitt durch die zwischen Papillargang und Urinkammer resp. Trichtergang gelegene vordere Nierenarterie. *gg'* lakunäre Verästelung um den Trichtergang derselben, *P* Papillargang, *m* eine verästelte Zotte desselben, *tg* Trichtergang, *D* Darm, *Kh* Kiemenhöhle.

Fig. 22. Fissurella costaria. Eine Papille aus dem Nierentrichtergang (Schnitt).

Fig. 23. Fiss. costaria. Verästelte Zotten des Papillarganges.

Fig. 24. Niere von Murex trunculus von rechts geöffnet. *ö* äußere Mündung, *f* Falte der Urinkammer, unter welcher der Trichtergang liegt, *Vl* Vorder-, *Hl* Hinterlappen, *P* Perikard.

Tafel III.

(Sämmtliche Abbildungen beziehen sich auf Turbo rugosus.)

Fig. 25. Totalansicht der Niere. *h* Hinterlappen, *v* Vorderlappen, *p* letzteren durchsetzende und an den Boden der Leibeswand befestigende Muskelbündel, *s* Urinkammer, *t* Trichter, *G* Papillargang. (2/1 nat. Größe.)

Fig. 26. Niere. Die Urinkammer *s* sowohl wie der Papillargang *G* sind von oben geöffnet, *o* Mündungen des Vorderlappens *v*, *h* Hinterlappen und dessen nach vorn an den Vorderlappen sich anlegender Abschnitt *h'*, *g* hintere Nierenarterie. Die Sonde *a* ist durch die Mündung der Urinkammer in den Papillargang geführt. (3/1 nat. Größe.)

Fig. 27. Das Perikardium *Pr* von oben geöffnet; Herz und dieses durchbohrender Darmtheil entfernt. *h* Hinterlappen, *v* Vorderlappen der Niere, *t* Trichtermündung, *Kv* linke Kiemenvene, *G* Papillargang. (5/1 nat. Größe.)

Fig. 28. Querschnitt, die Mündung *m* der Urinkammer *s* in den Papillargang *G* demonstrirend. *h* Hinter-, *v* Vorderlappen, *mg* Magen, *y* diesen mit der Urinkammer verbindendes Bindegewebslager, *l* Leber, *d* Darm, *ed* Enddarm. (Mit der Camera gezeichnet.)

Fig. 29. Die Mündung der Urinkammer in den Papillargang. *π* Blutlakune, *x* Bindegewebslager. Sonst wie zuvor. (Mit der Camera gez.)

Fig. 30. Schnitt aus der Wand des Trichterganges. *a* Epithel, *g* Blutlakune (natürliche Injektion), *m* Muskellager, *n* Grenzmembran des Darmepithels, welches entfernt wurde, *gz* Ganglienzelle.

Fig. 31. Schnitt durch ein dem Darme anliegendes Nierenläppchen (Hartnack 8/3). *a* Epithel, *p* Grenzmembran, *b* Fasergewebe mit eingestreuten Plasmazellen *c*.

Fig. 32. Zwei verschiedene Nierenzellen mit ihren Kernen, wie sie sich nach der Tinktion mit Karmin darstellen.

Fig. 33. Frisch durch Isolation erhaltene Nierenzellen. (Isolirt mit Glycer., Aqu. dest., Acid. acet. Vergr. Reichert Imm. XI/2.)

Fig. 34. Schnitt durch ein Nierenläppchen. *A* tiefer, *B* höher eingestellt.

Fig. 35. Schnitt durch ein Nierenläppchen. *v*,*v'* Plasmazellen, letztere stark angefüllt, zwischen ihnen Muskelfasern.

Fig. 36. Schnitt durch die Wand des Papillarganges. (Vergr. 6/4 Hartnack, mit der Camera gezeichnet.) *a* Epithel, *b* Grenzmembran, *c* Blutlakune, *d* mit der äußeren Haut gemeinsame Muskelschicht *e*.

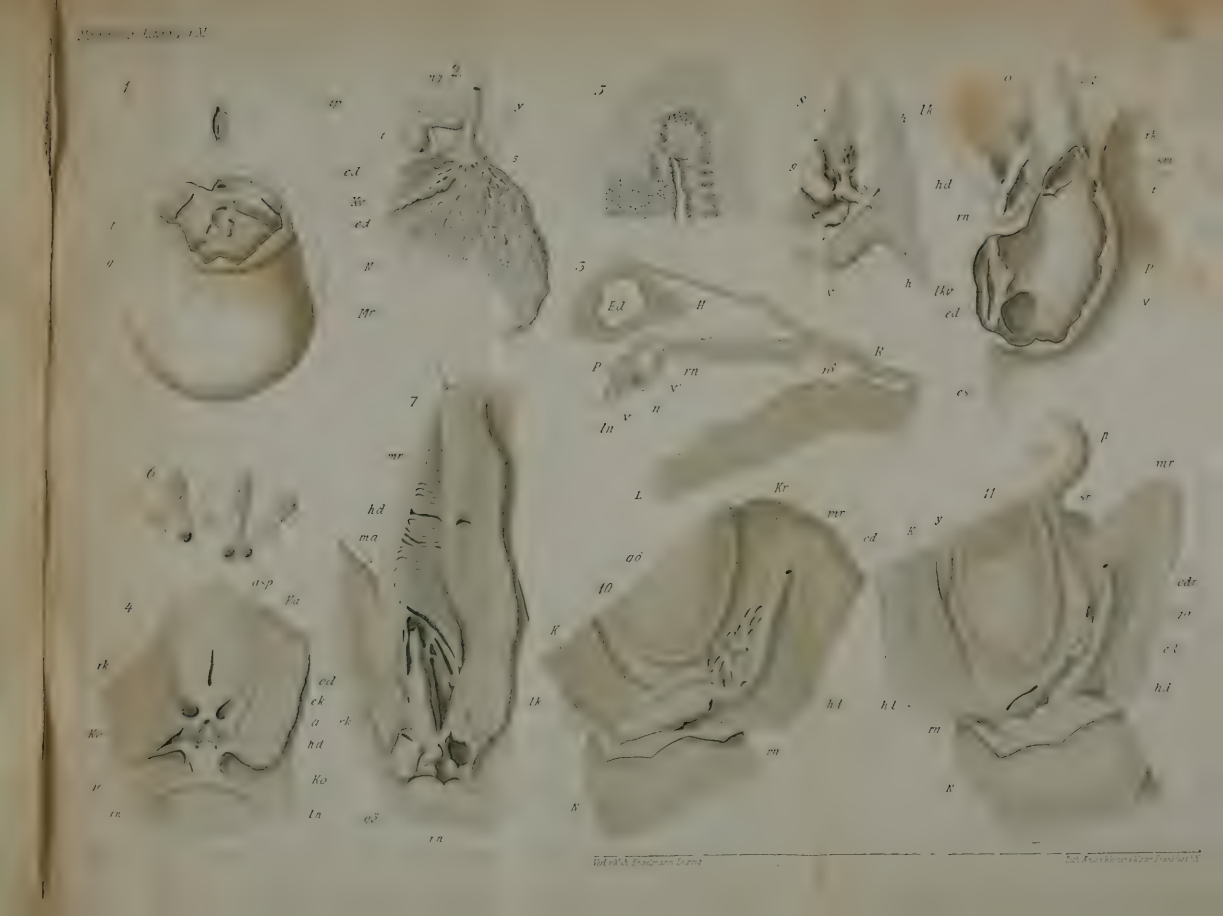
Tafel IV.

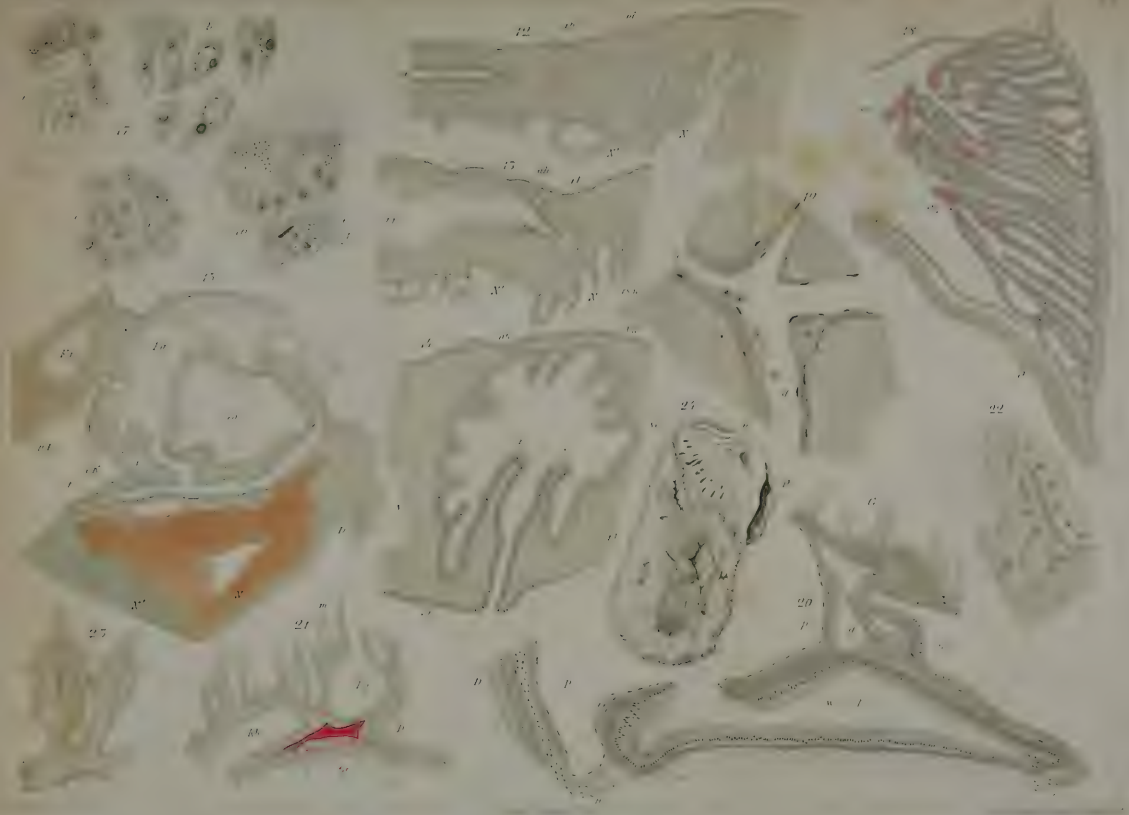
(Sämmtliche Abbildungen beziehen sich auf Dolium Galea.)

Fig. 37. Die Niere ist freipräparirt und von oben geöffnet. *1* innerer, *2* äußerer Nierenlappen, *3* innere Lappen des letzteren, *mn* Mündungen der Nierenläppchen, *g* Lippe der äußeren Nierenöffnung, *f* Trichtergang, *r* Wand der Urinkammer, *P* Perikardhöhle, *N* Nierennerv. Die Gefäße sind roth. ($1^1/_4$ nat. Größe.)

Fig. 38. Das Perikardium *P* ist von links geöffnet und das Herz entfernt. *a* Sonde durch die Trichteröffnung in die äußere Mündung der Niere führend, *vd* Vorderdarm, *ed* Enddarm. Sonst wie zuvor. (Nat. Vergr.)

Fig. 39. Eine Sonde ist vom Perikard aus durch die Trichteröffnung in die Öffnung des Trichterganges in die Lippe der äußeren Nierenöffnung geführt. *a* Die Falte, welche den Trichtergang zwischen Perikardwand und Urinkammerwand kennzeichnet.





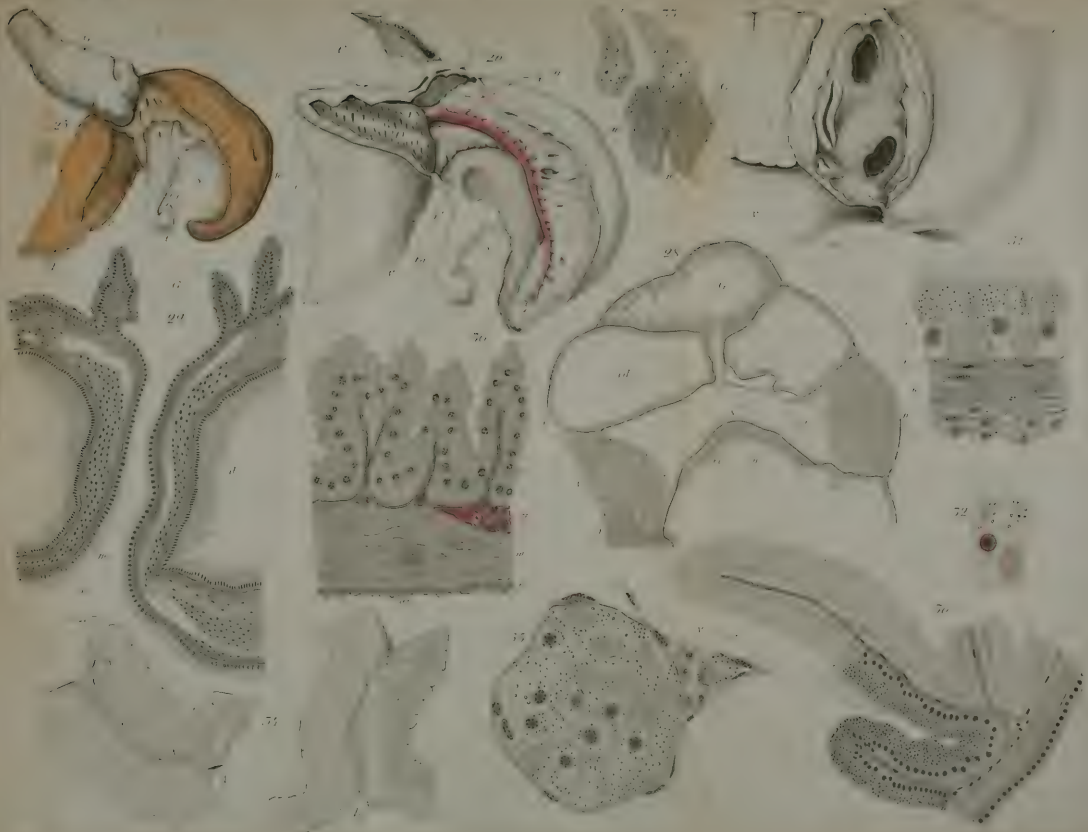


Fig. 40. Schema der Gefäßlage der Niere.

Fig. 41. *a*, *b*, *c*, *d*, *e* Nierenzellen aus dem rechten Lappen der Niere, *α* Hüllzelle, *β* Bindegewebszellenhülle um die Nierenzelle, *γ* Zellkern, *E* Protoplasma, *π* Paraplasma, *d* Exkretprodukte, *f* isolirte Hüllzellen, *ggh* Bindegewebszwischenzellen. (REICHERT Imm. XI/2.)

Fig. 42. Eine isolirte Nierenzelle aus dem rechten Lappen mit netzförmiger Anordnung des Protoplasma.

Fig. 43. Isolationspräparat aus dem rechten Nierenlappen. (Optischer Flächenschnitt. REICHERT Imm. XI/2.)

Fig. 44. Optischer Schnitt aus dem rechten Nierenlappen. *nz* Nierenzellen, *vz* Verbindungszellen. (Vergr. REICHERT 8/3.)

Fig. 45. Isolirte Hülle der Nierenzelle des rechten Lappens.

Fig. 46. Isolirte Nierenzellen aus dem linken Nierenlappen. (Vergr. REICHERT Imm. XI/2.)

Fig. 47. Schnitt durch den linken Nierenlappen.

Fig. 48. Schnitt durch den linken Nierenlappen, stärker vergrößert. (REICHERT 8/3.) *a* Epithel, *z* Bindegewebe, *g* Gefäßlücke zwischen dem Bindegewebe.

Fig. 49. Zellen der Urinkammerwand. *a* Horizontal-, *b* Profilansicht.

Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns.

Von

Dr. med. Wilhelm Pfitzner,

I. Assistent am anatomischen Institut zu Straßburg i. E.

Mit Tafel V.

Die morphologische Stellung eines Gebildes lässt sich wohl nie aus der Untersuchung desselben in seinem fertigen Zustande erkennen — man muss es in den verschiedenen Stadien seiner Entwicklung, in seinem Entstehen und Vergehen, oder wenigstens in seinen Veränderungen, die durch äußere oder innere Einwirkungen auf natürlichem oder künstlichem Wege herbeigeführt werden, beobachtet haben, um über seinen Bau und seine Bedeutung Aufschluss zu erhalten. Nicht einmal das Vergleichen seines ruhenden Zustandes an den verschiedensten Fundorten vermag uns stets zum Ziele zu führen — wenigstens dann nicht, wenn dieser Weg — die vergleichende Anatomie — uns nicht zugleich die Entwicklungsgeschichte dieses Gebildes liefert. Letzteres pflegt allerdings für die höher differenzirten Gebilde der Fall zu sein, für solche nämlich, die erst innerhalb des uns bekannten Gebietes der organisirten Welt entstanden sind. Je einfacher aber etwas beschaffen ist, je primitiver und elementarer, je allgemeiner innerhalb der ganzen Thier- und Pflanzenwelt verbreitet, desto mehr sind wir ausschließlich auf das Studium seiner vitalen Umwandlungen angewiesen. So beim Zellkern. Wir finden ihn fast überall, wo wir geformtes Protoplasma finden, und überall, wo wir ihn zur Zeit noch vermissen, haben wir (abgesehen von Fällen, wo er früher existirte und erst sekundär zu Grunde gegangen ist) keine Gewähr für sein wirkliches Fehlen — um so weniger, als sein Vorhandensein an manchen Orten, wo man ihn früher mit Sicherheit glaubte ausschließen zu

können, inzwischen nachgewiesen ist. Vergleichen wir nun aber den Kern eines Protisten und den einer menschlichen Gewebszelle, so finden wir nur höchst unauffällige Unterschiede — Unterschiede, die sich auf die Mengenverhältnisse seiner einzelnen formbildenden Bestandtheile beziehen, und die zwar innerhalb größerer Abtheilungen charakteristisch ausgesprochen sind, uns aber für die Deutung weder des ganzen Kerns noch seiner einzelnen Bestandtheile einen bestimmten Anhaltspunkt geben; und schließlich wäre uns wohl auch nicht einmal das Vorhandensein dieser Unterschiede zum Bewusstsein gekommen, hätte nicht die individuelle Entwicklungsgeschichte uns auf die verschiedene Bedeutung dieser einzelnen Bestandtheile aufmerksam gemacht und uns auf die qualitative und quantitative Verbreitung derselben achten gelehrt. Und so haben wir seit der Entdeckung des Zellkerns durch Brown[1] in der Erkenntnis desselben fast gar keine Fortschritte gemacht, bis uns die epochemachenden Arbeiten über den als Karyokinese bezeichneten Zellvermehrungsmodus unerwartete Aufschlüsse ergaben.

Für die entwicklungsgeschichtliche Untersuchung des Zellkerns ergeben sich uns im Großen und Ganzen folgende Wege:

1) Wir können ihn da untersuchen, wo er innerhalb der belebten Welt zuerst auftritt. Dies ist jedoch, wie gesagt, unmöglich, wenigstens für jetzt; wir finden ihn bei den niedersten Protisten oder vermögen ihn dort nicht wahrzunehmen; aber nirgends sehen wir ihn entstehen, sondern wo er vorhanden, zeigt er dieselbe hohe Komplicirtheit seines Aufbaues wie bei den höchst entwickelten Thieren.

2) Wir können sein Entstehen und Vergehen innerhalb und mit der Zelle untersuchen. Es wären hier die Fälle zu unterscheiden: I. Es kann eine Zelle Anfangs kernlos sein und später einen Kern besitzen. II. Es kann eine kernhaltige Zelle weiterhin kernlos werden. III. Es kann aus einer Zelle mit einem Kern eine Zelle mit mehreren Kernen oder mehrere Zellen mit je einem Kerne hervorgehen. IV. Es kann aus mehreren Zellen mit je einem Kern eine Zelle mit einem Kern hervorgehen.

Von diesen vier als möglich anzunehmenden Fällen ist der unter Nr. II angeführte namentlich durch die an den rothen Blutzellen der Säuger beobachteten Erscheinungen sicher gestellt: doch ist, da das

---

[1] Dass vorher Fontana u. A. den Zellkern schon gesehen, beeinträchtigt das Verdienst Brown's nicht im mindesten, da erst letzterer ihn als typischen Zellbestandtheil erkannt hat.

Verschwinden eines Organs weniger Aufschluss zu geben verspricht, als sein Auftreten, das physiologische Zugrundegehen des Kerns noch wenig bearbeitet. Einige Aufklärung vermag es aber immerhin noch zu geben, wie ich in einer weiteren Mittheilung aus einander setzen werde. Nr. I ist dagegen nirgends zuverlässig konstatirt, so oft er auch früher als beobachtet angegeben ist. Nr. IV finden wir in der Kopulation und Befruchtung verwirklicht. Bis jetzt wurde er mit Nr. III vereinigt; doch scheint er nicht ohne Weiteres als Unterabtheilung oder Specialfall aufzufassen zu sein, da die neuesten Arbeiten VAN BENEDEN's zu unerwarteten Aufschlüssen über diesen Vorgang geführt haben, Aufschlüsse, die uns die Kopulation der Geschlechtszellen bei der Befruchtung in einem ganz neuen Lichte erscheinen lassen. Immerhin lässt sich aber auch aus diesen werthvollen Untersuchungen vorläufig noch nichts Anderes über die morphologische Bedeutung des Kerns ersehen, als aus dem unter Nr. III aufgeführten Fall, der Kernvermehrung durch Theilung, und diese wird im Folgenden unser Anhalt sein.

Es möge mir an dieser Stelle eine kurze historische Rekapitulation erlaubt sein.

Als durch SCHWANN's unsterbliche Arbeiten der Aufbau des ganzen Thierkörpers aus einzelnen Zellen und deren Derivaten sicher gestellt war, wäre, wie wir meinen könnten, die nächstliegende Ansicht die gewesen, alles Wachsthum resp. Regeneration und Reproduktion auf einfache Theilung der vorhandenen Elementarorganismen zurückzuführen. Dies war aber nicht der Fall, man ist vielmehr erst auf weiten Umwegen zu der Erkenntnis dieser Wahrheit gelangt; eine Erscheinung übrigens, der wir überall begegnen: wir wissen wohl, dass: Simplex sigillum veri, aber gerade das Einfache bleibt unsern Augen am längsten verborgen. Man hatte erst das Ei, eine einfache Zelle; später einen hieraus hervorgegangenen Komplex von Zellen; statt nun einfach durch fortgesetzte Theilung die Zahl der Zellen sich von 1 auf x erheben zu lassen, wählte man einen geradezu wunderlichen Umweg. SCHWANN selbst, dieser geniale Reformator der Gewebelehre, beeinträchtigte sofort wieder den Werth seiner Schöpfung durch die unnatürliche Verquickung derselben mit der Blastemtheorie. Wenn einmal das Thier, ein Komplex von Zellen, von einer einzigen Zelle abstammte, wesshalb erst mitten drin eine Urzeugung einschieben? denn darauf läuft ja doch die ganze Blastemtheorie hinaus. Der ganze Gedanke beruhte auf einer unglücklichen Analogie, auf dem Vergleich der Formenbildung in der

belebten Welt mit dem Krystallisationsprocess; wie jeder Krystall sollte auch jede Zelle jedes Mal neu aus der Mutterlauge anschießen. Als man schon längst von den Metazoen wusste, dass sie nicht durch Generatio aequivoca entstehen, sondern von ihnen vollständig gleichbeschaffenen Eltern, suchte man die Neuentstehung für die einzelnen Bestandtheile noch immer wieder festzuhalten. Allerdings kamen schon damals Einige der Wahrheit sehr nahe: Reichert und mehr noch Kölliker bestritten die Neubildung und stellten den Satz auf, dass jede Zelle im Anschluss an eine vorher existirende Zelle entstehe. Aber erst Remak sprach 1852 offen und klar aus, dass jede Zelle ohne Ausnahme durch Theilung von Zellleib und Kern entstehe. Das Schema, welches Remak für die dabei stattfindenden Vorgänge gab, ist bekanntlich: das Kernkörperchen theilt sich durch Abschnürung in zwei Hälften, die sich von einander entfernen; darauf in gleicher Weise der Kern und schließlich der Zellleib. Sehen wir von dem Kernkörperchen ab, so entspricht dies Schema auch heute noch dem thatsächlichen Verhalten. Und in ihm lag auch schon gegeben, was Virchow, der dieser Anschauung durch seine Untersuchungen einen weiteren thatsächlichen Rückhalt zu geben vermochte, unter Umwandlung des Harvey'schen: Omne vivum ex ovo in den Ausspruch: omnis cellula e cellula zusammenfasste, sammt jener Erweiterung, die die neueren Histologen hinzugefügt haben: omnis nucleus e nucleo. Aber so einfach, wie Remak die Sache angeschaut hatte, schien sie sich doch nicht zu verhalten; es wurden »Thatsachen« bekannt, die seine direkte Theilung zu widerlegen schienen. Minder wichtig ist, dass man mehr oder minder alle Zellvermehrung durch eingewanderte Leukocyten besorgen ließ: wo eine neue Zelle nöthig war, wanderte ein Leukocyt ein und ließ sich herbei in die gewünschte Zellart umgewandelt zu werden; und durch Theilung konnten aus jeder Zellart wieder Leukocyten hervorgehen. An der Sachlage änderte dies nichts, so lange man die Leukocyten sich durch Theilung und nicht durch Neubildung vermehren ließ; indessen stellte diese Lehre in so fern einen Rückschritt gegen die Remak'sche dar, als hierbei das Princip der Vererbung, dessen Bedeutung für das ganze Thier man erkannt hatte, für das einzelne Constituens des Thieres, die Zelle, geleugnet wurde. Während man nicht zweifelte, dass der Abkömmling eines Schmetterlings immer nur ein Schmetterling werden könne, sollte ein Leukocyt je nach dem Orte, an den er gerieth, eine fixe Bindegewebszelle, eine Epithelzelle oder ein Eiterkörperchen werden können. — Aber viel

wichtiger war die »Thatsache«, dass der Kern verschwindet, ehe zwei neue auftreten; dies wurde sowohl bei Pflanzenzellen wie bei Eizellen wirklich beobachtet. Es heißt nun mit Recht, dass eine einzige Thatsache genügt, eine Theorie zu widerlegen; also war die Remak'sche Lehre widerlegt. Es ist indessen, wie ich, hier ein wenig pro domo redend, den Herren Enthusiasten für »Thatsachen« zu bedenken geben möchte, mit diesen Thatsachen ein eigen Ding. Wenn ein berühmter Naturforscher den boshaften Ausspruch that: »eine physiologische Thatsache hat eine durchschnittliche Lebensdauer von drei Jahren«, so hat er in so fern Recht, als wir es überhaupt nie mit Thatsachen, sondern nur mit Beobachtungen zu thun haben und es ein eben so allgemein verbreiteter wie grundfalscher Irrthum ist, diese beiden Begriffe einander gleich zu setzen. Die Geschichte der Wissenschaften lehrt uns auf jedem Blatt, wie jede richtige Anschauung sich erst durch die entgegenstehenden »Thatsachen« (rectius: falsche Beobachtungen) Bahn brechen musste. Ich wage sogar den Ausspruch, dass eher und besser die Theorie den Maßstab giebt für die Beurtheilung der Richtigkeit der »Thatsachen«, als umgekehrt. Denn jede Theorie eines normal denkenden Menschen kann wohl unpassend, ungeeignet, schlecht gewählt sein, aber sie ist nie ganz falsch, d. h. unwahr; von den unter dem stolzen Namen: Thatsachen auftretenden Beobachtungen ist dagegen stets ein großer Theil wirklich falsch. So war es auch unbestreitbar, dass kurz vor dem Auftreten zweier Kerne an Stelle eines einzigen überhaupt kein Kern wahrzunehmen war; es war aber falsch, von dem Verschwinden des Kerns als einer Thatsache zu reden. Man vermochte denn auch späterhin an der Stelle des verschwundenen Kerns Gebilde wahrzunehmen, deren einzelne Bestandtheile mit solchen des verschwundenen Kerns genaue chemische und physikalische Übereinstimmung zeigten und die man weiterhin in ununterbrochener Reihenfolge aus einem Kern hervorgehen und sich wieder in einen (resp. mehrere) Kern umwandeln sah. Während man bei dem als Karyolyse bezeichneten Vorgang den Kern sich gänzlich in dem Zellleib auflösen und aus dieser Mischung einen neuen Kern herauskrystallisiren ließ, ging bei der Karyokinese wenigstens ein Theil der Kernbestandtheile in geformtem Zustande direkt von dem Mutterkern in den Tochterkern über. Aber von dem Remak'schen Schema war die Karyokinese noch sehr verschieden; wurden doch diese beiden, von Flemming als direkte und indirekte Kerntheilung unterschiedenen Modi als extreme Gegen-

sätze einander gegenüber gestellt, zwischen denen von mehreren Forschern noch besondere Übergangsformen aufgestellt wurden. Und doch sind beide Modi, wie ich im Folgenden zu begründen suchen werde, im Grunde dasselbe: das Remak'sche Schema bleibt mit Ausnahme des auf die Kernkörperchen sich beziehenden Theils[1] in Gültigkeit und die Karyokinese ist nur eine weitere tiefer eindringende Ausführung der Remak'schen Lehre.

In der modificirten Fassung lautet das Remak'sche Schema der »direkten« Kerntheilung:

Der Zellkern theilt sich durch Abschnürung in (von Ausnahmefällen abgesehen) zwei Hälften; diese beiden Hälften rücken nach entgegengesetzter Seite aus einander und zwischen beiden schnürt sich alsdann der Zellleib durch (oder bildet sich auf andere Weise eine Abgrenzung).

Die als »indirekte« bezeichnete Zelltheilung lässt sich nach dem heutigen Stande in folgenden Hauptzügen zusammenfassen:

Der färbbare geformte Bestandtheil des Kerns, das Chromatin oder die Kernsubstanz, schon im Ruhezustand in geformtem Zustand vorhanden, trennt sich unter mannigfacher Formveränderung, aber stets geformt bleibend, in zwei Hälften. Eine im ruhenden Kern nicht wahrnehmbare Substanz, das Parachromatin oder Spindelfasersubstanz, als geformte Substanz nur während der Karyokinese wahrnehmbar, aus der Kerngrundsubstanz (dem Achromatin oder Kernsaft) stammend, oder schon vorher innerhalb des Kerns in geformtem Zustand vorhanden, nach Anderen dagegen aus dem Zellleib einwandernd, tritt in bestimmter Form angeordnet in Verbindung mit der Chromatinfigur auf. Die Abgrenzung des Kerns gegen den Zellleib verschwindet während der Theilung und es tritt eine Vermischung des Kernsaftes (Achromatin) mit dem Zellsaft (Paraplasma) ein.

Der Hauptunterschied besteht also darin, dass bei der direkten Kerntheilung der ganze Kerninhalt geraden Wegs in den Tochterkern übergeht, bei der indirekten nur ein Kernbestandtheil. Dem gegenüber bin ich zu dem Resultat gekommen, dass bei der Kerntheilung der ganze Kern, dem Zellleib gegenüber seine vollständige Selbständigkeit und Geschlossenheit bewahrend, sich in zwei Hälften zerschnürt, dass aber während dieses Vorganges sich innerhalb des Kerns die

[1] Die übergroße Wichtigkeit, die man immer dem Nucleolus zuzuschreiben geneigt war, steht im Zusammenhang mit der unglücklichen Krystallisationsidee, bei der er den Ausgangspunkt der Formenbildung darstellte.

Processe abspielen, die in der Bildung der bekannten karyokinetischen Figuren ihren Ausdruck finden.

Die Aufgabe, die ich mir im vorliegenden Falle gestellt hatte, lautete: Es ist zu untersuchen, ob der Kern während seiner Theilung seine Selbständigkeit bewahrt, oder ob er dabei seine Abgeschlossenheit gegen den Zellleib aufgiebt und in eine direkte Vermischung von Zellinhalt und Kerninhalt eintritt?

Um Missverständnisse zu vermeiden, muss ich meine Ansicht vom Bau des Kerns und der Zelle kurz aus einander setzen. Ich unterscheide am Kern eine strukturlose Grundsubstanz, das Achromatin, eine geformte färbbare Substanz, das Chromatin (mit der Unterart der Nucleolensubstanz, des Prochromatins) und eine geformte nicht färbbare Substanz, das Parachromatin. Im Zellleib unterscheide ich die Grundsubstanz, das Paraplasma, und die geformte Substanz, das Protoplasma s. s., wobei ich sämmtliche sekundären Einschlüsse, wie Fett, Pigment, Sekretstoffe etc. hier außer Acht lasse. Die ruhende Zelle aus dem Hautepithel der Salamanderlarve sehe ich nun an konservirten[1] Präparaten in folgender Weise aufgebaut (s. Fig. 1).

Das Fadenwerk des Protoplasmas bildet nach außen gegen die Intercellularräume eine dichte Schicht, an der ich nicht feststellen kann, ob sie wirklich geschlossen oder nur besonders engmaschig ist; im letzteren Falle würde das Paraplasma in diesen Maschen mit dem Inhalt der Intercellularräume in direkter Berührung sein. Genau dasselbe gilt für die Abgrenzung des Zellleibes gegen die Kernhöhle. Bei den rothen Blutzellen der Amphibien dagegen vermochte ich[2] mit Sicherheit festzustellen, dass beide Schichten kontinuirliche Membranen darstellen, so dass dort wenigstens die Ausdrücke: äußere und innere Zellmembran durchaus korrekt sind; der Kürze halber will ich sie auch im vorliegenden Falle anwenden. Von der äußeren Zellmembran nach außen gehen die Intercellularbrücken ab, die in jeder Weise sich den innerhalb des Zellleibes befindlichen Protoplasmafäden gleich verhielten. Zwischen äußerer und innerer Zellmembran findet sich ein Netzwerk von Protoplasmafäden ausgespannt, welches in den meisten Fällen eine eigenthümliche Anordnung mit großer

[1] Nach den verschiedensten Methoden, wobei immer die am besten ausgefallenen Präparate mit einander verglichen wurden.

[2] Beiträge zur Lehre vom Bau des Zellkerns und seinen Theilungserscheinungen. Arch. f. mikr. Anat. XXII. pag. 682.

Deutlichkeit zeigt. Sowohl an der äußeren als an der inneren Zellmembran markirt sich eine Zone von sehr regelmäßiger Breite, in der eine radiäre Hauptrichtung vorwiegt. Besonders deutlich trat sie hervor an Präparaten von Thieren, die in toto in relativ starker Osmiumsäure ($^1/_4$—$^1/_2$ %) gehärtet waren; hier erschien namentlich die äußere Zone als aus radiär gestellten kräftig ausgesprochenen Stäbchen gebildet, denen gegenüber das übrige Protoplasmanetz sehr in den Hintergrund trat. Bei Anwendung von schwächerer Osmiumsäure (eben so von Chromsäure, Pikrinsäure, pikrinsaurem Silber mit Pikrinsäure verdünnt, Chrom-Essigsäure- und Chrom-Essig-Osmiumsäuregemischen nach Flemming, Palladiumchlorid, Platinchlorid, Platin-Chrom-Osmium-Essigsäure nach Brass, Sublimat, Alkohol etc.) war die radiäre Hauptrichtung in diesen Zonen ebenfalls gut zu erkennen, doch konnte ich alsdann auch feststellen, dass zwischen den radiären Balken unregelmäßige Verbindungsstücke vorhanden waren, und ferner, dass erstere sich in das unregelmäßig angeordnete mittlere Maschenwerk ohne schärfere Grenze kontinuirlich fortsetzten.

Nach innen von der inneren Zellmembran folgte eine schmale homogene und farblose Zone, die von keinerlei Strängen durchsetzt war, und darauf die Randschicht des Chromatingerüstes (Fig. 1).

Es fragt sich nun zuerst: ist Paraplasma und Achromatin räumlich getrennt oder bilden sie eine einheitliche Masse, die die Lücken des Protoplasma- und des Chromatinnetzwerks gleicherweise kontinuirlich ausfüllt?

Bei den rothen Blutzellen, wo die innere Zellmembran eine wirkliche geschlossene Haut darstellt, sind durch letztere die beiden Substanzen jedenfalls getrennt und ist wohl ein Austausch von Stoffen, wie er zur Ernährung des Kerns erforderlich ist, aber nicht ein direktes Zusammenfließen beider Substanzen möglich. Ob dies aber auch für alle anderen Zellen, in specie für die hier berührten, typisch ist, muss ich, wie gesagt, dahin gestellt lassen.

Bei der Kerntheilung nun, das ist sicher, löst sich diese innere Zellmembran auf (Fig. 2); das Protoplasmanetz ist nach dem Kern zu geöffnet. Jetzt also berühren sich Paraplasma und Achromatin direkt und es wäre eine Möglichkeit des Zusammenfließens gegeben. Bei Pikrinsäurepräparaten findet sich noch gegen die Zeit der Metakinese bisweilen eine anscheinend intakte innere Zellmembran: ich habe einen solchen Fall in Fig. 3 abgebildet. Aber auf mich machten diese Bilder den Eindruck, als hätten Quellungen im Inneren des Kerns, also im Achromatin, stattgefunden und sei dadurch die cen-

trale Partie des Protoplasmagerüstes zusammengeschoben worden. Für das Auftreten derartiger Quellungen bei Anwendung von Pikrinsäure scheint mir auch der Umstand zu sprechen, dass bei Pikrinsäurepräparaten die mittleren karyokinetischen Stadien so häufig eine auffallend sperrige weitläufige Lagerung der Chromatinsegmente zeigen [1].) Dass ein solches Zusammenfließen nicht gleich zu Anfang der Karyokinese stattfindet, also noch weniger im Ruhestadium, geht daraus hervor, dass in der ersten Zeit regelmäßig noch eine scharfe Grenze zwischen Paraplasma und Achromatin wahrzunehmen ist, die eben jetzt erst deutlich werden kann, da sie vorher durch die innere Zellmembran verdeckt wurde. Aber weiterhin ist von dieser Grenze nichts mehr wahrzunehmen, indem die optischen Unterschiede zwischen Paraplasma und Achromatin verschwinden. Letzteres braucht nun durchaus nicht durch Ineinanderfließen beider Substanzen hervorgerufen zu sein; es ist z. B. denkbar, dass durch den um diese Zeit jedenfalls sehr regen Stoffumtausch das Chromatin gewisse Veränderungen erleidet, z. B. wasserreicher wird, und dadurch nur seine optischen Eigenschaften sich denen des Paraplasmas nähern.

Die Autoren sprechen sich im Allgemeinen über diese Frage nicht klar aus, doch scheint mir, als ob sie alle mehr oder minder um die Mitte der Kerntheilung ein Zusammenfließen von Zell- und Kernbestandtheilen annehmen. Jedenfalls hat es Niemand für nöthig gehalten, noch besonders auf die Möglichkeit aufmerksam zu machen, dass eine scharfe Grenze zwischen beiden bestehen bleibt; vielmehr wird stets das Verschwinden der Grenze betont. Dem gegenüber habe ich stets den Gedanken gehegt, dass der Kern immer selbständig bleibt, wobei ich mich Anfangs allerdings hauptsächlich auf allgemeine vergleichend-anatomische Erwägungen stützte, später jedoch auch auf konkrete Beobachtungen, namentlich auf gewisse, von Henle gemachten, worüber unten mehr. Als ich dann selbst bei Hydra [2] Gelegenheit hatte, noch in späteren karyokinetischen Stadien eine scharfe Grenze um die Kernfigur herum wahrzunehmen (pag. 647) habe ich diese Ansicht offen ausgesprochen. Die Befunde bei Hydra (p. 683) legten es mir nahe, an das Existiren einer wirklichen Kernmembran auch zu dieser Zeit zu denken, einer Kernmembran, die aus einer Modifikation des Achromatin bestehe und die ich desshalb als parachromatische Kernmembran bezeichnen musste. Bei Hydra

[1] Worauf Flemming früher schon hingewiesen hat.
[2] Arch. f. mikr. Anat. XXII.

glaubte ich sie gesehen zu haben; aber wenn ich mich damals schon höchst vorsichtig darüber ausdrückte, so bin ich jetzt zur Überzeugung gekommen, dass ich mich getäuscht hatte — was bei der Ungunst des damals benutzten Objektes nicht verwunderlich ist.

Ich habe seitdem meine Untersuchungen an dem günstigeren Objekte der Salamanderlarvenepidermis wiederholt, habe aber trotz sorgfältigen Durchprobirens sämmtlicher erfolgversprechenden Härtungs- und Färbungsmethoden keine Andeutung einer scharfen Grenze und noch weniger einer geformten Grenzmembran wahrnehmen können.

Ich sah nun ein, dass ich einen anderen Weg einschlagen müsse, den nämlich, nach einem histologischen Reagens für Achromatin zu suchen. Es war ja nach den Untersuchungen von Mayzel, Flemming u. A. bekannt, dass bei Eiern sich nach Karminfärbung ein die Kernfigur umgebender röthlicher Hof zeigt, woraus man schließen konnte, dass hier eine besondere Substanz vorhanden sei, die im übrigen Zellleib fehle. Es gelang mir nun nicht, eine entsprechende Erscheinung bei meinem Objekte auftreten zu lassen. Dagegen boten mir die Untersuchungen von Henle [1] Anregung und Anhalt. Henle hatte darauf aufmerksam gemacht, dass die Kernfiguren durch Müller'sche Flüssigkeit in ganz typischer Weise verändert werden, so dass sie, wenn auch gänzlich entstellt, doch zur Diagnose der Kerntheilung charakteristisch genug sind. Es sind keine Sterne etc. vorhanden, sondern geschlossene Figuren, aber von eigenthümlichen, charakteristischen Umrissen. Es war ja überhaupt auffallend, dass bei Präparaten, die in Kali bichromicum oder Müller'scher Flüssigkeit gehärtet sind, nie in einzelne Theilstücke zerlegte oder gänzlich fehlende Kerne wahrgenommen sind, sondern stets ganze, geschlossene. Ich konnte mir dies nur erklären durch die Annahme, dass diese Flüssigkeiten das Achromatin fixiren, das Chromatin aber stark verändern oder auflösen. Eingehendere Kontrollversuche über die Wirkung dieser beiden Flüssigkeiten haben diese Annahme bestätigt. Die Veränderungen, die die Chromatinfigur erleidet, lässt sich am besten dahin präcisiren, dass das Chromatin statt einer aktiven eine passive Struktur zeigt (l. c. pag. 657), eine nach theilweiser Auflösung durch Vacuolisirung entstandene. Dabei sind bei dickstrahligeren Figuren die Hauptrichtungen der früheren Chromatinanord-

[1] Zur Entwicklungsgeschichte der Krystalllinse und zur Theilung des Zellkerns. Arch. f. mikr. Anat. XX.

nung noch mehr oder weniger erhalten, bei Kali bichromicum sogar bisweilen so weit, dass man das Stadium bestimmen kann (Fig. 7). Dagegen ist der Gesammtkern gut fixirt und markirt, wenn auch häufig stark geschrumpft. Dadurch wurde die Aussicht eröffnet, das Verhalten des Gesammtkerns bei der Karyokinese zu ergründen; es handelte sich nur darum, die Häutung durch Kali bichromicum oder MÜLLER'sche Flüssigkeit mit einer anderen zu kombiniren, die die Chromatinfigur gut erhielt. Nach vielen zeitraubenden aber vergeblichen Versuchen mit Chromsäure, Pikrinsäure etc. glückte es mir mit Osmiumsäure. Osmiumsäure erhält die karyokinetischen Figuren bei diesem Objekt recht gut; die einzelnen Fäden sehen allerdings gegenüber guten Chromsäurepräparaten etwas gequollen aus, doch ist ja auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass bei letzteren die größere Schärfe durch eine Schrumpfung bewirkt wird. Was für mich maßgebend war, die Erhaltung der chromatischen Figur mindestens als genügend anzusehen, war der Umstand, dass die beginnende Längsspaltung stets gut ausgesprochen und nie durch Wiederverschmelzung verwischt war. Auch lassen sich die mit Osmiumsäure behandelten Präparate — Epithelfetzen und ganze Kiemenplatten — bei einiger Übung und Geschicklichkeit mit Hämatoxylin, Safranin, Alaunkarmin oder Boraxkarmin ausgezeichnet färben.

Wenn ich die ganzen Thiere mit Chromsäure oder Pikrinsäure vorgehärtet und mit Kali bichromicum oder MÜLLER'scher Flüssigkeit nachgehärtet hatte, so hatte letzteres die Wirkung, dass alle protoplasmatischen Strukturen schärfer hervortraten, ohne dass die chromatischen an Deutlichkeit eingebüßt hatten; von einer optischen Differenzirung des Achromatins dagegen war nichts wahrzunehmen. Nicht anders war es, wenn die Thiere in Osmiumsäure vorgehärtet und in Kali bichromicum nachgehärtet waren. Merkwürdig war dagegen das Resultat, wenn bei Osmiumsäure die Nachhärtung mit MÜLLER'scher Flüssigkeit angewandt war. Im Zellleib traten die Protoplasmastrukturen mindestens so scharf hervor wie zuvor; aber der ganze Kern war homogen geworden, und zeigte ein leicht graubräunliches mattes Aussehen. Von irgend welchen Strukturen ist am Kern nichts zu sehen als einige stark glänzende Kügelchen, die möglicherweise den Nucleolen entsprechen (ich sage ausdrücklich: möglicherweise, denn obgleich diese Annahme so nahe liegt, so sind mir im Laufe der Untersuchungen doch erhebliche Bedenken dagegen aufgestiegen). Wichtig ist auch, dass diese so veränderten Kerne eine durchaus scharfe Kontur besaßen.

Es konnte sich hier um zweierlei handeln: Entweder war das gesammte Chromatin des Kerns zu einem einheitlichen Klumpen verquollen; oder nur die Grundsubstanz, in der die Chromatinfigur eingebettet lag, also das Achromatin, war durch diese Behandlungsweise in einen mehr undurchsichtigen Zustand übergeführt und verdeckte dadurch die im Übrigen wohlkonservirten Chromatinstrukturen. Wenn ich mich, wie selbstverständlich, von vorn herein zu der letzteren Ansicht hinneigte, so musste ich versuchen, auf irgend eine Weise die Chromatinstrukturen wieder sichtbar zu machen. Indessen weder die stärksten Aufhellungen noch Zusatz von Säuren führten zum Ziel. Ich versuchte sie zu färben; aber Safranin, Alaunkarmin und Boraxkarmin gaben entweder überhaupt unbrauchbare verwaschene Färbungen oder eine diffuse Färbung des Kerns. Dagegen löste die Aufgabe in wahrhaft glänzender Weise jene Hämatoxylinlösung, die, wahrscheinlich auf Grund einer von mir herrührenden Verwechslung, fälschlich als »Grenacher'sche« bezeichnet wird. Dieses souveräne Kernfärbemittel ergab eine ganz reine Chromatinfärbung; die Kerngerüste waren so treu erhalten wie nur bei irgend einer anderen Härtungsmethode.

Bei der Betrachtung der ungefärbten Präparate war es auffallend, dass nicht eine einzige Kerntheilungsfigur wahrzunehmen war, sondern jede Zelle einen scharf konturirten matten Kern zeigte, während ich doch sicher war (s. unten), dass die Präparate reich an Kerntheilungen waren, was sich denn auch nach der Färbung bestätigte. Die karyokinetischen Figuren waren dabei so schön konservirt und so scharf gefärbt, dass ich diese Präparate geradezu als zur Demonstration dieser Figuren besonders geeignete aufbewahrt habe.

An diesen Präparaten war nun aber andererseits auffallend, dass von der vorher bestehenden Kern- (d. h. Achromatin-) grenze nichts mehr wahrzunehmen war. Das Achromatin war nach der Färbung vollständig farblos und unterschied sich in nichts vom Paraplasma. Ja, die Farbstoffe, die vorher eine diffuse Kernfärbung bewirkt hatten, zeigten jetzt eine ausschließlich Chromatin färbende Wirkung. War z. B. eine Kiemenplatte nur ganz schwach mit Hämatoxylin gefärbt und wurde nachher mit Safranin oder Alaunkarmin behandelt, so trat nun eine prachtvolle Safranin- oder Alaunkarminkernfärbung auf. Es liegt hier also eine specifische Wirkung der Hämatoxylinlösung vor, die darin besteht, dass die durch die Müller'sche Flüssigkeit hervorgerufene Veränderung des Achromatins

wieder rückgängig gemacht wird. Ich kann hierbei noch anführen, dass es mir nie gelang, an solchen mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten die Wirkung der MÜLLER'schen Flüssigkeit auch nach sehr langer Einwirkung, wobei die Hämatoxylinfärbung fast vollständig verschwindet, zum zweiten Male hervorzurufen.

Dass es sich hier wirklich um eine Trübung des Achromatins handelt, geht aus folgenden Gründen hervor: Die äußere Kontur ist stets durchaus scharf und berührt beim ruhenden Kern die innere Zellmembran[1], während der Kinese aber, wenn letztere aufgelöst ist, wird sie von farblosem Paraplasma umgeben. Letzteres spricht wohl durchaus gegen jegliches Zusammenfließen von Paraplasma und Achromatin, dem sonst hier nichts im Wege stände, nachdem die innere Zellmembran sich aufgelöst hat, als höchstens eine etwaige achromatische (parachromatische) Kernmembran; gegen die Existenz einer solchen spricht aber, abgesehen davon, dass nichts von ihr wahrzunehmen ist, das nicht seltene Vorkommen abgeschnürter Achromatinstücke (s. Fig. 10). Ferner lassen mir diese Beobachtungen den Namen: Zellsaft, mit dem man doch den Begriff des Flüssigen verbindet, als sehr ungeeignet erscheinen und möchte ich für das Achromatin als morphologisch bezeichnenden Namen einfach: Kerngrundsubstanz vorschlagen.

So ganz genau fällt allerdings bei den ungefärbten Präparaten die äußere Grenze der Kerngrundsubstanz und die innere des Protoplasmanetzes nicht immer zusammen; bisweilen sieht man zwischen beiden einen hellen Saum oder Halbmond, wie Fig. 8 und 9 es besonders deutlich zeigen. Nach meinem Dafürhalten handelt es sich entschieden um Schrumpfung der Kerngrundsubstanz, nicht etwa um außerhalb des Protoplasmanetzes gelegenes Paraplasma.

Wenn nun eine Nachhärtung mit Kali bichromicum nicht, wohl aber eine Nachhärtung mit MÜLLER'scher Flüssigkeit diese Veränderung der Kerngrundsubstanz hervorruft, so lag es nahe, in dem Natriumsulfat das wirksame Agens zu suchen. Das Experiment ergab auch wirklich eine solche Wirkung bei Anwendung einer 1 %igen Lösung auf Osmiumpräparate, aber langsamer als in jener Verbindung mit Kali bichromicum.

Wir haben gesehen, dass bei Präparaten, die mit Osmiumsäure gehärtet und mit MÜLLER'scher Flüssigkeit oder Glaubersalzlösung

[1] Von einigen Ausnahmen abgesehen, die auf Quellungen oder Schrumpfungen zu beruhen scheinen; s. unten.

nachbehandelt sind, in ungefärbtem Zustande keine Spur einer karyokinetischen Figur wahrzunehmen ist, nach der Färbung aber eine Menge Figuren sich zeigen; und wir haben daraus geschlossen, dass in diesen opaken wohl begrenzten Kernen hin und wieder auch statt eines Gerüstes Sterne etc. eingeschlossen waren. Ein weiterer Schluss ist der, dass auch während der Kinese, auch dann, wenn die Chromatinfigur in einzelne Segmente aufgelöst ist, die Kerngrundsubstanz ein abgeschlossenes scharf abgegrenztes Ganze bildet. Selbstverständlich kann diese Beweisführung nicht als genügend angesehen werden, der Nachweis musste für die einzelne Zelle geführt werden. Ich erreichte dies auf folgende Weise:

Von einer Salamanderlarve, die in Osmiumsäure gehärtet und mit MÜLLER'scher Flüssigkeit nachbehandelt war[1], wurden die Kiemenplatten herausgenommen und nachdem die Kiemenbüschel und die Knorpelleiste abgetrennt war, in Glycerin oder besser noch in Wasser untersucht (ABBÉ'scher Beleuchtungsapparat, ENGELMANN'scher Dunkelkasten und Ölimmersion selbstverständlich: von letzterer benutzte ich HARTNACK $^1/_{18}$", beim Zeichnen SEIBERT $^1/_{12}$", letzteres der geringeren Bildgröße halber). Mit Hilfe des OBERHÄUSER'schen Zeichenapparates werden nun die Zellen, in deren Kernen man karyokinetische Figuren vermuthet, genau abgezeichnet. Aus praktischen Gründen beschränkte ich mich dabei auf die oberflächliche Zelllage; bei dieser sind nämlich die Konturen viel schärfer und desshalb leichter und sicherer nachzuziehen. Die Zellkonturen zeichnete ich nach der höchsten Einstellung, die Kernkonturen in der Höhe des größten Umfanges. Jeder Zeichnung wird eine kleine Skizze des ganzen Präparats beigefügt, um nachher die richtige Seite wieder nach oben legen zu können. Nachdem man von der einen Seite der Platte eine Anzahl Zeichnungen gemacht hat, wird das Präparat umgewendet und auch die andere Seite ausgenutzt. Dann wird es einige Minuten in die

[1] Das ganze Thier wird lebend in circa 0,1 %ige Osmiumsäurelösung gebracht, nach 1—2 Tagen in Wasser ausgewaschen und dann in MÜLLER'sche Flüssigkeit gelegt, worin sie mindestens mehrere Tage bleibt längeres Verweilen ruft weitere Veränderungen hervor, worüber unten mehr). Alsdann wird sie wieder ausgewaschen und in Alkohol aufbewahrt. — Es ist ohne Einfluss dabei, ob die Larve, nachdem sie in Osmiumsäure gehärtet und in Wasser ausgewaschen war, in Alkohol aufbewahrt wurde; selbst nachdem sie monatelang darin gelegen hat, ruft die MÜLLER'sche Flüssigkeit noch die beabsichtigte Wirkung hervor — selbstverständlich nachdem das Präparat vorher gewässert war.

frisch filtrirte unverdünnte Hämatoxylinlösung gelegt, abgespült und wiederum in Glycerin untersucht. Man sucht jetzt nach Kernfiguren in der obersten Schicht des Epithels und bei den gefundenen vergleicht man die Zellkonturen mit denen der vorher angefertigten Skizzen. Glaubt man eine Übereinstimmung gefunden zu haben, so wird die betreffende Kernfigur sammt der Zellkontur, selbstverständlich bei genau derselben Vergrößerung, genau abgezeichnet und die beiden Zeichnungen sorgfältig mit einander verglichen. Auf diese Weise habe ich die in Fig. 22—28 gegebenen Abbildungen gewonnen. Ein Irrthum in der Identität der Zelle ist bei der großen Mannigfaltigkeit der Konturen ausgeschlossen, namentlich wenn man die Vorsicht gebraucht, möglichst viel von den angrenzenden Zellkonturen mitzuzeichnen.

Selbstverständlich ist dies Verfahren äußerst zeitraubend und wird man viele vergebliche Zeichnungen machen. An dem ungefärbten Präparat hat man sehr wenig Anhalt, die Kerne zu erkennen, in denen eine karyokinetische Figur enthalten ist; buchtige Umrisse, auffallende Größe des Kerns und dunkleres Aussehen des Zellleibes sind die hauptsächlichsten Anzeichen, die aber auch noch häufig irre führen, so dass man zufrieden sein kann, wenn nur jede fünfte Zeichnung ein Resultat ergiebt. Die Hauptschwierigkeit liegt aber darin, dass die Wirkung der MÜLLER'schen Flüssigkeit resp. des Natriumsulfats so ungleich ist[1]. Erstens ist diese Wirkung nicht an allen Theilen des Präparats und namentlich nicht an allen von demselben Thier entnommenen Präparaten gleich, was auf einer ungleichmäßigen Einwirkung der Osmiumsäure, die man ja auch sonst häufig konstatiren kann, zu beruhen scheint. Dann aber ruft das

[1] Man kann die Untersuchung auch umgekehrt machen. Nachdem die Larve in Osmiumsäure gehärtet, ausgewaschen und in Alkohol nachgehärtet ist, wird ein Kiemenblatt herausgelöst, Kiemenbüschel und Knorpelleiste abgetrennt und dann auf beiden Seiten die in der oberflächlichsten Zelllage vorhandenen Kernfiguren sammt den umgebenden Zellkonturen durch den OBERHÄUSER-schen Apparat fixirt. Darauf wird das Präparat in MÜLLER'sche Flüssigkeit oder 1%iges Natriumsulfat gelegt, wiederholt in Zeiträumen von einigen Tagen angesehen, bis die richtige Wirkung eingetreten ist. Alsdann werden die gezeichneten Zellen wieder aufgesucht (was aber hier erst recht mühsam ist) und nochmals gezeichnet. Schließlich kann man das Präparat noch färben und zum dritten Mal zeichnen. — Obgleich diese Methode eine bedeutende Ersparnis an Material bedingt, habe ich sie doch weit umständlicher und unbequemer gefunden als die andere, namentlich wegen des zwischen den beiden Untersuchungen liegenden großen Zeitraums.

Natriumsulfat je nach der Zeitdauer seiner Einwirkung verschiedene Erscheinungen hervor, und es hält schwer, hierin den richtigen Zeitpunkt zu treffen. Im Allgemeinen ergaben meine hierauf gerichteten Untersuchungen folgende Ergebnisse:

Wenn die MÜLLER'sche Flüssigkeit kürzere Zeit — bis zu einem Tage etwa — eingewirkt hat, sind, wenn auch undeutlicher, die Kernfiguren, namentlich die dickfädigen lockeren, noch zu erkennen. Allmählich verschwinden sie; in dem Präparat ist keine einzige Kernfigur mehr aufzufinden — aber an vielen Zellen ist überhaupt von einem Kern nichts wahrzunehmen, während doch die Strukturen des Zellleibes sehr scharf hervortreten. Erst nach mindestens 3—8tägiger Einwirkung tritt in allen Zellen der Kern durch seine abweichende Färbung und scharfe Kontur deutlich hervor. (Diese Erscheinungen kann man natürlich an ein und demselben Präparat verfolgen, wenn man es nach jeder Untersuchung wieder in MÜLLER-sche Flüssigkeit zurückbringt.) Lässt man aber das Natriumsulfat zu lange, verschiedene Wochen lang, einwirken, so ändert sich wiederum das Verhalten des Präparats gegen Hämatoxylin in unliebsamer Weise; jetzt wird nämlich nicht mehr ausschließlich das Chromatin gefärbt, sondern auch das Achromatin, und zwar in so energischer Weise, dass man beim stärksten Aufhellen die darin gelegene Kernfigur nicht mehr erkennt.

Vor diesem giebt es ein Stadium, welches für die Untersuchung äußerst bequem ist: das Chromatin färbt sich stark, das Achromatin schwächer, alles Andere ist farblos. Dann bekommt man Bilder, wie sie Fig. 29—33 wiedergeben; man sieht, was man sonst mühsam durch zweimaliges Untersuchen und Zeichnen feststellen muss, in einem Bilde vereinigt. Leider traf ich dieses Stadium nur zufällig an und konnte ich die erforderliche Einwirkungszeit nicht mehr experimentell festzustellen suchen, da um diese Zeit bereits ein Mangel an Material sich fühlbar machte.

Besonders bemerkenswerth ist es, dass das Achromatin sich in ganz charakteristischer Weise je nach seinem kinetischen Zustande verschieden verhält. Die Wirkung des Natriumsulfats tritt nämlich im Ruhestadium viel früher auf als bei den Theilungsstadien, sowohl was das Undurchsichtigwerden des Achromatins als was das Verhalten des letzteren gegen Hämatoxylin anlangt: und bei der Karyokinese selbst nimmt die Intensität der Wirkung bis zur Metakinese ganz bedeutend ab und von der Metakinese an sehr rasch wieder zu. Sind z. B. an einem Präparat die meisten Zellen mit

einem scharf konturirten gleichmäßig opaken Kern versehen und lassen einige Zellen den Kern ganz vermissen, so kann man sicher sein, in den letzteren nach der Färbung eine Theilungsfigur vorzufinden. Oder man findet an ein und demselben Präparat Totalfärbung der ruhenden Kerne, Differenzirungsfärbung der Anfangs- und Endstadien, und reine Chromatinfärbung der mittleren Stadien vereinigt. Hieraus glaube ich den Schluss ziehen zu dürfen, dass bei der Kerntheilung zwar der Gesammtkern als solcher vollständig bleibt, das Achromatin und das Paraplasma sich also nicht mit einander vollständig vermischen; dass aber während dieses Vorgangs das Achromatin eine charakteristische Veränderung erleidet, die man wohl als eine Auflockerung seiner Substanz, am ehesten vielleicht als ein Flüssiger- resp. Wasserreicherwerden bezeichnen kann.

Leider war, als ich die richtige Methode gefunden hatte, die für die Beschaffung des Materials günstigste Zeit längst verflossen. Wenn auch die im Anhang mitzutheilende Methode der Larvenzucht es mir ermöglichte, bei jeder Larve denselben Reichthum an Kernfiguren vorzufinden, so sind diese Untersuchungen doch mit einer solchen Materialverschwendung verbunden, dass ich sie vorläufig abschließen musste.

Als Resultat derselben glaube ich Folgendes als feststehend anführen zu können:

1) Der Kern ist zu jeder Zeit ein vollständig selbständig innerhalb der Zelle gelegenes abgeschlossenes Gebilde.

2) Die Karyokinese ist der Ausdruck eines innerhalb des Zellkerns ablaufenden Vorganges, bei welchem keine morphologische Bestandtheile des Zellleibes aktiv eingreifen.

Um auf die Einzelheiten einzugehen, so fällt es auf, dass die Konfiguration der Kerngrundsubstanz sich stets eng an die chromatische Figur anschließt, so eng, dass, wie die stumpfen Zacken und Ausläufer bei verschiedenen Figuren andeuten, die Annahme, dass die Bewegungen des Chromatins das Primäre sind, nicht abzuweisen ist. Bisweilen kommt es zu vollständigen Abschnürungen von Kerngrundsubstanz (in einzelnen Fällen mag dies allerdings auf aufsteigende Zacken, die in der Tiefe mit dem Kern noch zusammenhängen, beruhen).

Die eigentliche Theilung des Kerns geht als Abschnürung vor sich, und zwar tritt die Einschnürung, wie aus verschiedenen Figuren zu ersehen ist, bisweilen sehr unsymmetrisch auf.

Leider ist das benutzte Objekt in mancher Beziehung sehr ungünstig, so dass die Beantwortung einiger sehr wichtiger Fragen nicht möglich war. So verhindert die relative Kürze der Theilungsachse und die Undeutlichkeit der Spindelfiguren ein genaueres Untersuchen des Abschnürungsvorgangs und des Verhaltens der (par) achromatischen Kernfigur. Mit derselben oder einer besseren Methode an anderen Objekten angestellte Untersuchungen werden uns Aufschluss darüber geben müssen, wo die zwischen den beiden Kernhälften ausgespannten Fäden verbleiben; ob die Pole der Spindelfigur genau in der Kernperipherie liegen, wie ihr Zusammenhang mit den radiär gerichteten Protoplasmafäden andeutet; und über manches Andere mehr. Ich muss ja zugeben, dass die hier mitgetheilten Untersuchungsergebnisse äußerst unvollkommen sind, aber es lag mir nur daran, das Princip festzustellen, und das, glaube ich, ist mir gelungen.

Dass diese Methode noch über andere Fragen Aufschluss zu geben vermag, dafür kann ich noch ein Beispiel anführen:

Bekanntlich herrscht noch Streit darüber, ob die Vielkernigkeit von Leukocyten, die man nach Säurezusatz beobachtet, auf einer künstlichen Zerfällung des vorher einfachen Kerns beruht. Nun sieht man an Osmiumsäurepräparaten (am bequemsten im Bindegewebe des inneren Überzuges[1] jener Hautfalte, die die Kiemenplatten von der Bauchseite her bedeckt) Leukocyten mit mannigfaltigen stumpfen Ausläufern und anscheinend einer größeren Anzahl von Kernen. Nach einer Nachbehandlung des Präparats mit Müller-scher Flüssigkeit, die auf die Kerngrundsubstanz dieser Zellen auffallend rasch und energisch wirkt, bemerkt man dagegen stets nur einen einzigen, aber vielfach verästelten Kern (Fig. 21 *a—f*); und bei gefärbten Präparaten findet man dann die früheren multiplen Kerne als stärkere Chromatinanhäufung, deren Struktur jedoch nicht mehr deutlich zu erkennen ist, innerhalb des nunmehr einheitlichen Kernes wieder. Wenn man also von multiplen Kernen gesprochen hat, so beruht dies darauf, dass man nur einen Kernbestandtheil, nicht aber den ganzen Kern gesehen hatte.

Überhaupt ist dies ein Punkt von großer Wichtigkeit, dass man unter dem, was man als Kern bezeichnet hat, ganz heterogene Dinge verstanden hat. Wir können ja nur in äußerst seltenen Fäl-

[1] Ich vermuthe, dass dies dasselbe ist, was Flemming als »Mundbodenepithel« bezeichnet.

len den Kern intra vitam beobachten, und auch hier sehen wir nicht den Gesammtkern, sondern der Hauptsache nach, und namentlich während der Karyokinese, nur die Chromatinstrukturen. Indessen nicht immer. Bisweilen, und ganz besonders bei den Leukocyten, tritt die Kerngrundsubstanz viel stärker hervor, in welchem Falle gleichzeitig die Chromatinfigur dem Auge mehr entzogen ist. Auf diese Weise sehen wir ein und denselben Vorgang bald als Karyolyse, bald als direkte Kerntheilung, je nachdem mehr der eine oder andere Kernbestandtheil hauptsächlich wahrzunehmen ist. Es ist dies in so fern von Wichtigkeit, als sich hierdurch manche Angaben über direkt beobachtete Zelltheilung mit sogenannter direkter Kerntheilung (im älteren Sinne) erklärt. — An den mit Reagentien behandelten Objekten sind aber nach deren Wirkung zwei große einander diametral gegenüber stehende Gruppen zu unterscheiden. Zu der ersten gehören die der eigentlichen Kernreagentien (namentlich der Säuren): bei ihnen sieht man nicht den ganzen Kern, sondern nur den Chromatinbestandtheil. Die ganze neuere Histologie hat sich also bei ihren Untersuchungen über den Kern eigentlich nicht mit dem ganzen Kern, sondern nur mit einem Bestandtheil desselben und dessen morphologischen Veränderungen beschäftigt und den anderen Theil vollständig außer Acht gelassen. (Ich hätte hier gute Gelegenheit, den mir von Herrn Rabl[1] gemachten Vorwurf der Leichtfertigkeit ihm und damit sämmtlichen anderen Karyokinetikern zurückzugeben; aber ich würde ein solches Vorgehen mindestens ungerecht finden.) Dabei ist nicht einmal der Einwand zulässig, dass bei morphologischen Untersuchungen nur die geformten Bestandtheile in Betracht kommen können; denn nach meinen Mittheilungen und Abbildungen wird man der Kerngrundsubstanz — wenigstens so weit man nach den an gehärteten Präparaten angestellten Beobachtungen auf den Zustand intra vitam zurückschließen darf — die Eigenschaft der Geformtheit nicht absprechen dürfen — wesshalb ich auch die Bezeichnung: »Kernsaft« unzulässig finde. — Die andere Gruppe umfasst nun diejenigen Objekte, die mit Salzen (Kali bichromicum, Müller'sche Flüssigkeit u. a. m.) behandelt sind. An ihnen sieht man nur den Gesammtkern, und auch diesen in stark verändertem Zustande; die im Innern des Kerns enthaltenen Strukturen indessen sind entweder gänzlich zerstört oder doch sehr stark verändert, so dass man vor-

[1] Über Zelltheilung. I. Morphol. Jahrb. X.

läufig mit Recht diese Reagentien für die Untersuchung der Kernstrukturen in den Bann gethan hatte.

Das Ergebnis, dass der Zellkern ein selbständiges, in sich abgeschlossenes Gebilde ist, hat indessen noch weitere Konsequenzen. Wie ich schon oben bemerkt habe, kann man nirgends einen Kern neu entstehen sehen. Nachdem die Blastemtheorie aufgegeben ist und das gänzliche Verschwinden des Keimbläschens bei Beginn der Furchung sich als irrthümlich herausgestellt, bleiben nur noch zwei Anschauungen zu berücksichtigen, denen eine solche Neuentstehung des Kerns zu Grunde liegt, die von Lott aufgestellte Vermehrung der Epithelzellen durch abgeschnürte Fußplatten und die Leydig-schen Angaben. Erstere dürfte jetzt wohl als widerlegt anzusehen sein, nachdem für die Objekte, wo man sie gefunden zu haben glaubte, eine ausreichende Vermehrung durch Karyokinese nachgewiesen ist. Leydig dagegen hat noch vor zwei Jahren[1] bei Insekten Beobachtungen gemacht, die ihn zu der Annahme führten, dass der Kern eine in einen Hohlraum hineingestülpte, erst allmählich sich rings herum abschnürende Partie des Zellprotoplasmanetzwerkes sei. Leydig stützt sich darauf, dass in bestimmten Stadien der Kern an der einen Seite, an der er mit dem Protoplasmanetzwerk zusammenhängt, allmählich und ohne Grenze in letzteres übergeht. So unangenehm es mir indessen ist, einem so hochverdienten Forscher widersprechen zu müssen, so kann ich doch diesen Übergang so lange nicht als bewiesen anerkennen, als ich die Angabe vermisse, dass bei der Untersuchung die ganze Technik der heutigen Tinktions- und mikrochemischen Untersuchungsmethoden angewandt ist. — Als feststehend können wir somit nur ansehen die Zellvermehrung durch direkte Zelltheilung mit direkter[2] Kerntheilung, und diese ist jetzt so ziemlich überall, in allen Geweben und in allen Thierklassen, festgestellt. Wenn wir aber den Kern überall (abgesehen von den dekrepiden Zellen) und zwar immer und in allen Stadien als durchaus selbständiges Gebilde finden, so ergiebt sich daraus, dass er für das Bestehen der Zelle als solcher ein Organ von viel fundamentalerer Bedeutung ist, als wir bisher geneigt waren anzunehmen. Ja, der Kern zeigt selbst in seinem sonstigen Verhalten so gut wie gar

---

[1] Untersuchungen zur Anatomie der Thiere. Bonn, Strauss. 1883.

[2] Statt der früher angewandten Bezeichnungen: »direkte« und »indirekte« Kerntheilung muss ich jetzt zwischen direkter Kerntheilung mit oder ohne Mitokinese unterscheiden.

keine typische Verschiedenheiten. In der Hoffnung, aus einfacheren Formen ein besseres Verständnis des so komplicirten Vorganges der Karyokinese zu gewinnen, hatte ich den Kerntheilungsvorgang bei der niedrigsten Klasse der Metazoen, den Coelenteraten, einer Untersuchung unterzogen[1], fand aber nicht die geringste Abweichung in den Formen; und zu demselben Resultat führte mich im Gegensatz zu den Angaben von Gruber und R. Hertwig eine gleiche Untersuchung an einem unzweifelhaften und nicht zu verwechselnden Protozoon. Ich fand nämlich, dass an den Kernen der Opalina ranarum die Karyokinese in demselben Reichthum der Formen abläuft, wie er von den Epidermiszellen der Salamanderlarve her bekannt ist. Der einzige erwähnenswerthe Unterschied in der Kerntheilung bei Infusorien und bei Amphibien resp. Säugethieren ist der von mir schon bei Hydra angeführte, nämlich das durch den geringeren Chromatingehalt des Kerns bedingte Missverhältnis zwischen der Größe des ruhenden Kerns und der der chromatischen Kerntheilungsfigur. Bei einer so außerordentlichen Konstanz in der ganzen Reihe der Thierformen, von den Protozoen bis zu dem Menschen, kann ich nicht umhin anzunehmen, dass überhaupt die ganze Existenz einer Zelle als biologischer Einheit an das Vorhandensein eines centralen Körpers von komplicirtem inneren Bau gebunden ist, dass also die Chromatinstrukturen nicht etwas sekundär Erworbenes, sondern die Grundbedingung vitaler Existenz der Zelle darstellen. Und weiter folgere ich hieraus, dass der als Karyokinese bezeichnete Vorgang nicht ein specieller Kerntheilungsmodus, sondern der Kerntheilungsmodus κατ' ἐξοχήν ist.

Ich weiß wohl, dass ich damit großen Widerspruch erregen werde, speciell gerade bei der angesehensten Autorität auf diesem Gebiet, bei Flemming. Noch kürzlich[2] hat derselbe sich genöthigt gesehen, gegen diese von mir schon früher ausgesprochene Ansicht Verwahrung einzulegen. (Übrigens hatte ich, nebenbei gesagt, diese Ansicht damals noch nicht als unumstößlich sicher bezeichnet, sondern nur von ihrer »wachsenden Berechtigung« gesprochen, was Flemming übersehen hat.) Indessen hat sich doch trotz der überaus regen Thätigkeit auf diesem Gebiete noch nichts Anderes ergeben, was diese Ansicht widerlegen könnte, als gewisse Beobachtungen

[1] Arch. f. mikr. Anat. XXII.

[2] Studien über Regeneration der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. XXIV. pag. 50 Anm.

an Leukocyten. Aber auch diese sind für mich noch keineswegs beweisend. Es steht ja nach den neuesten Untersuchungen von Flemming[1] fest, dass Leukocyten sich in ausgedehntem Maße durch Karyokinese vermehren — Flemming spricht von »Millionen und Milliarden«, die auf diese Weise in den Lymphdrüsen erzeugt werden —. Daneben sieht Flemming indessen für die Leukocyten einen anderen Zellvermehrungsprocess als »festgestellt« an, nämlich den durch »direkte Kernzerschnürung« (also ohne Mitokinese) und beruft sich außer auf frühere Arbeiten hauptsächlich auf eine kürzlich erschienene von Lavdowsky[2]. Nun ist aber, wie ich oben gesagt, die Kerngrundsubstanz der Leukocyten etwas anders beschaffen, als die anderer Zellkerne — es zeigt sich dies auch sehr deutlich darin, dass sie bei Härtung in Osmiumsäure und Nachhärtung in Müller-scher Flüssigkeit außerordentlich rasch opak und tinktionsfähig wird — und wir haben nicht die geringste Sicherheit, dass sich nicht während der Kernzerschnürung im Inneren des Kerns eine, uns durch die opake Beschaffenheit der Kerngrundsubstanz mehr oder weniger verdeckte Mitokinese des Chromatins abspielt. Zweitens sind die Beobachtungen von Lavdowsky aus dem Grunde nicht einwurfsfrei, weil die Zellen sich unter abnormen, ja direkt ungünstigen Verhältnissen befanden. Letzteres ergiebt sich schon daraus, dass Lavdowsky kernlose Protoplasmastücke sich abschnüren sah. Dass dies kein physiologischer Vorgang war, giebt Lavdowsky selbst zu, indem er betont, dass diese abgeschnürten Stücke rasch zu Grunde gehen. Drittens, selbst wenn dieser Kerntheilungsmodus innerhalb des lebenden Thieres beobachtet wäre und man das gleichzeitige Stattfinden einer im Inneren des Kerns ablaufenden Mitokinese wirklich hätte ausschließen können — was bürgt uns denn dafür, dass es sich hier um einen echten physiologischen Kerntheilungsvorgang und nicht etwa um ganz zufällige pathologische Erscheinungen handelte? Ich meine, man sollte doch gegenüber den »Millionen und Milliarden« Fällen unbestreitbarer Kerntheilungen der Leukocyten nach dem einen Modus nicht auf Grund einer so verschwindend kleinen Anzahl von Beobachtungen für dieselbe Zellart einen anderen Modus aufrecht zu erhalten suchen, der mit allen anderen Beobachtungen im ganzen Thierreich im Widerspruch steht. Wozu denn

[1] l. c. pag. 72 ff.

[2] Mikroskopische Untersuchungen einiger Lebensvorgänge des Blutes. Virchow's Archiv. Bd. 96.

diese Anstrengungen, einer alten und liebgewonnenen, aber jetzt abgethanen Anschauung à tout prix noch ein stilles Eckchen reserviren zu wollen? In der Forschung ist eine derartige Pietät unzulässig.

Anhang.

Über die Aufzucht von Salamanderlarven.

Bei der großen Bedeutung, die die Salamanderlarve für die Histologie gewonnen hat, dürften einige Rathschläge über die Beschaffung geeigneten Materials Manchem willkommen sein. Ich habe über diesen Gegenstand schon früher eine ausführliche Mittheilung[1] gemacht, kann jetzt jedoch eine wesentliche Verbesserung hinzufügen.

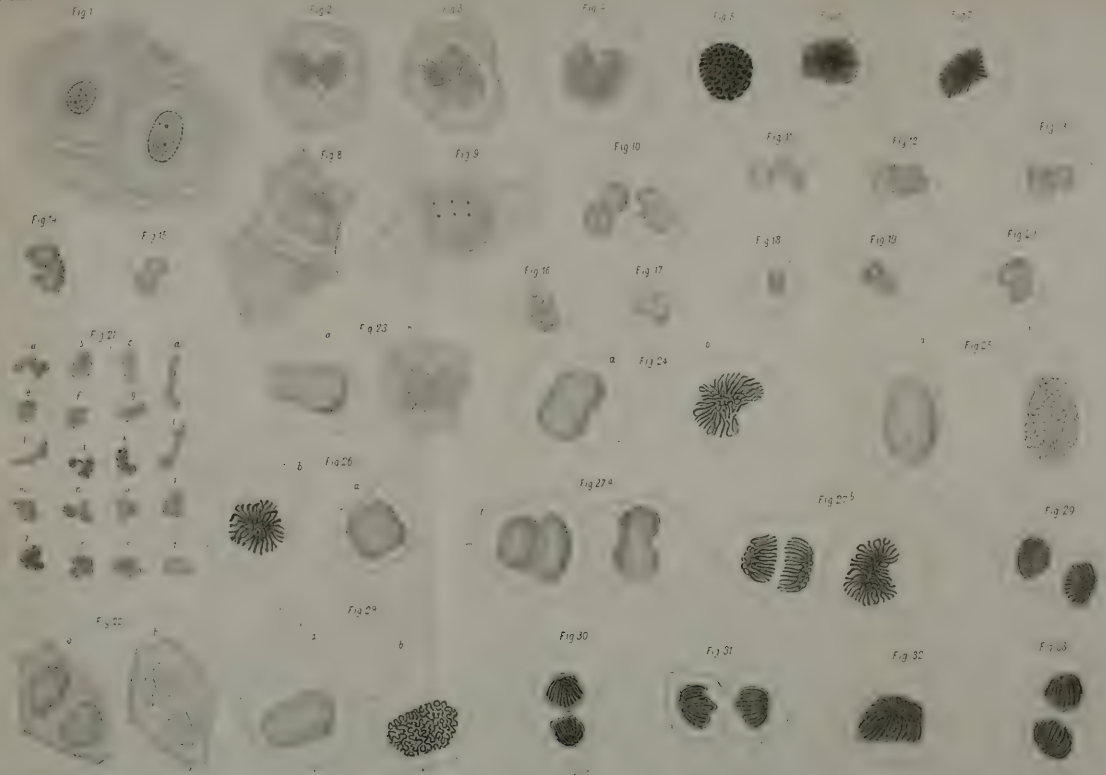
Die Larven werden nach ihrer Geburt (vgl. die angeführten Mittheilungen) in einen Fischbrutapparat gebracht, wie er gewöhnlich zum Ausbrüten von Lachseiern angewendet wird, und täglich einmal mit zerriebener Leber gefüttert. Der Raum muss kühl sein, aber nicht zu kalt, sonst gedeihen die Thiere nicht recht. Das fortwährend fließende Wasser verhindert Pilzbildung auf der Larvenhaut und faulige Zersetzung der dargereichten Nahrung. Die Wirkungen dieses einfachen Kunstgriffes sind überraschend. Man ist sicher, bei einer jeden Larve, die man herausnimmt, reichliche Zelltheilungen, und zwar stets einen bestimmten Procentsatz, zu finden. Wer über Zelltheilung bei Salamanderlarven gearbeitet hat, wird diesen Vortheil zu schätzen wissen; wie oft sucht man nicht an frisch gefangenen oder selbstgezogenen Larven vergeblich nach Kernfiguren!

Sobald Larven sich dauernd an der Oberfläche des Wassers aufhalten, wird ihnen die Metamorphose in der früher[2] angegebenen Weise erleichtert. Es gelang uns wohl, sämmtliche Larven, die das Verlangen zeigten ans Land zu gehen, ihre Metamorphose beendigen zu lassen, aber dann pflegten sie bald abzusterben, wohl weil wir ihnen nicht die geeigneten Lebensbedingungen zu schaffen wussten.

Merkwürdigerweise entwickelten sich die Larven, obgleich, wie gesagt, die untersuchten stets den gleichen Gehalt an Theilungsfiguren zeigten, sehr ungleich; obgleich die letzten im Juni abgelegt waren, zeigen einige jetzt nach sieben Monaten noch keine Neigung ans Land zu gehen, während andere schon die Metamorphose vollendeten, als sie höchstens vier Monate alt sein konnten. Indessen kann dies Verhalten nur als ein dem Untersuchenden höchst angenehmes bezeichnet werden, da es ihm auf einen langen Zeitraum geeignetes Material zur Verfügung stellt. Es wurde mir auf diese Weise möglich, von Anfang Juni (nachdem die bis dahin an Kernfiguren sehr armen Larven aus einem nach Norden gelegenen kalten Keller in einen wärmeren Raum gebracht waren und statt in einem Bassin in dem Fischbrutapparat gehalten wurden) bis in den Winter hinein — die zuletzt untersuchten waren Anfang Januar eingelegt — stets theilungsreiches lebendes Material zur Verfügung zu haben.

---

[1] Morphol. Jahrb. VI. pag. 472 ff. [2] l. c.



Verlag von Wilh. Engelmann in Leipzig

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig

Erwähnenswerth erscheint mir außerdem noch, dass es bei dieser Aufbewahrung und bei gewissenhafter täglicher Darreichung der Nahrung ohne Einfluss auf den Gehalt der Larven an Kernfiguren war, zu welcher Tagesstunde (zwischen sieben Uhr Morgens und sieben Uhr Abends) sie eingelegt waren; dagegen war es sofort zu erkennen, wenn einmal die tägliche Fütterung ausgesetzt war.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel V.

Sämmtliche Abbildungen sind mit SEIBERT homog. Immersion $^1/_{12}''$ oder HARTNACK $^1/_{18}''$ und der OBERHÄUSER'schen Camera entworfen und ausgeführt, bei der Wiedergabe aber der Raumersparnis halber auf $^1/_2$ resp. $^1/_4$ der ursprünglichen Größe reducirt.

Wo nicht besonders angegeben ist, sind die Figuren dem Epithel der Kiemenplatten oder dem inneren Epithel der Hautfalte, die die Kiemen ventral bedeckt, entnommen.

Fig. 1. Epithel der Kiemenplatte, untere Zelllage. Osmiumsäure, Glycerin. Protoplasmastrukturen.

Fig. 2. Dasselbe, oberste Lage. Pikrinsäure, Alaunkarmin, Glycerin. Innere Zellmembran aufgelöst.

Fig. 3. Dasselbe. Pikrinsäure, Glycerin. Innere Zellmembran anscheinend noch geschlossen.

Fig. 4—6. Kernfiguren nach Einwirkung der MÜLLER'schen Flüssigkeit. Hämatoxylin, Dammar.

Fig. 7. Kernfigur nach Einwirkung von Kali bichromicum. Hämatoxylin, Dammar.

Fig. 8 und 9. Nachhärtung von Osmiumpräparaten mit MÜLLER'scher Flüssigkeit. Glycerin. Durch Schrumpfung entstandene Hohlräume zwischen innerer Zellmembran und Kern.

Fig. 10—19. Osmiumsäurepräparate mit MÜLLER'scher Flüssigkeit lange nachgehärtet. Hämatoxylin, Dammar. Theilungserscheinungen der Kerngrundsubstanz (die Chromatinfigur ist durch die Undurchsichtigkeit der ersteren verdeckt).

Fig. 20. Osmiumsäurepräparat mit $1\,\%$iger Glaubersalzlösung nachbehandelt. Das Übrige wie bei Fig. 10—19.

Fig. 21 *a*—*t*. Osmiumsäurepräparat mit MÜLLER'scher Flüssigkeit nachgehärtet. Hämatoxylin, Dammar. Kerne von Leukocyten.

Fig. 22—28. Osmiumsäurepräparate mit MÜLLER'scher Flüssigkeit nachgehärtet. Karyokinetische Kerne, *a* ungefärbt, *b* mit Hämatoxylin gefärbt.

Fig. 29—33. Osmiumsäurepräparate mit MÜLLER'scher Flüssigkeit nachgehärtet und in Hämatoxylin gefärbt. Kerngrundsubstanz und Chromatinfigur haben sich beide, aber in verschiedener Intensität, gefärbt.

Kleine Beiträge zur Kenntnis einiger mariner Rhizopoden.

Von

O. Bütschli.

Mit Tafel VI und VII.

Die in nachfolgenden Zeilen mitgetheilten Beobachtungen wurden während eines Aufenthaltes in Villefranche am Mittelmeer, im Frühjahr 1881 begonnen und zwar als eine mehr gelegentliche Beschäftigung mit dem Gegenstand, auf welchen ich aus Mangel an Radiolarien, denen ich meine Zeit zu widmen gedachte, hingewiesen wurde.

Erst als es mir Ende 1883 möglich wurde, einige interessante marine Rhizopodenformen aus den Meeren der südlichen Hemisphäre, welche bei der Expedition der Gazelle (1874—75) unter pflanzlichen Objekten zufällig gesammelt worden waren, zu untersuchen, beschloss ich, auch die früher gemachten Erfahrungen, welche nicht gerade sehr erheblich waren, kurz mitzutheilen.

Das letzterwähnte Material der Gazelle war einfach in Alkohol konservirt und erwies sich, obgleich bei seiner Aufbewahrung jedenfalls keine besondere Sorgfalt angewendet worden war, zur Untersuchung der Kernverhältnisse und der Plasmastruktur nicht ungeeignet. Letztere Verhältnisse sind es denn auch, welchen ich meine Aufmerksamkeit speciell zuwandte und da dieselben bis jetzt nur in wenigen Fällen genau ermittelt wurden, so mag das bei meinen Studien Gefundene, wenn es auch nicht viel ist, doch auf einige Beachtung Anspruch machen. Gleichzeitig fand sich bei zwei Formen der Imperforaten eine reichliche Erfüllung des Plasmas durch kleine

Zellen, welche den von Brandt bei vielen marinen Thieren nachgewiesenen, sogenannten einzelligen Algen recht ähnlich sind und auch ohne Zweifel wie diese beurtheilt werden müssen.

Die Untersuchungsmethode war bei den frisch gesammelten Formen: Auflösung der Schale in einem Gemisch von verdünnter Salpetersäure und Alkohol, worauf vorsichtige Färbung mit ammoniakalischem Karmin und schließliche Aufbewahrung in Kanadabalsam folgte. Um das gelb- bis rothbraune Pigment, resp. Fett, zu entfernen, bedarf es häufig sehr langer Behandlung mit absolutem Alkohol und wenn dieser, wie nicht selten, seine Wirksamkeit versagt, einer langen Behandlung mit Nelkenöl, welches noch besser wie der Alkohol den Farbstoff entfernt. Ist das nach der Entkalkung restirende Schalenhäutchen nicht allzu dick, so gelingt die Entfärbung meist ziemlich gut, im letzteren Fall versagten dagegen die angewendeten Mittel häufig und eben so die Kernfärbung. Ich zweifle jedoch nicht, dass sich geeignetere Mittel zur Entfärbung finden lassen. Bei dem in Alkohol konservirten Material war das Plasma meist noch ziemlich braun gefärbt; hier verwendete ich zur Entfärbung mit gutem Erfolg Chlorwasser und möchte dasselbe in ähnlichen Fällen recht empfehlen. Gefärbt wurden die letzterwähnten Materialien mit verschiedenen Tinktionsmitteln, namentlich Alaunkarmin, Hämatoxylin und Safranin; speciell das Hämatoxylin erwies sich unter Umständen als recht werthvoll.

Bei allen größeren marinen Rhizopoden wird sich aber in Zukunft die Schnittmethode als geeignetstes Verfahren zur Untersuchung der Kerne und der Plasmastruktur erweisen, ich wendete sie erst zuletzt und nur bei den großen Orbitoliten an. Sie gewährt den großen Vortheil, dass man mit Hilfe der verbesserten Methoden der Neuzeit die einzelnen Schnitte nachträglich färben kann, wobei die störende Wirkung des wenig durchlässigen Schalenhäutchens wegfällt und man viel distinktere Kernfärbungen erzielen kann, als bei der Durchfärbung großer Plasmagebilde in ihrer Totalität. Ich will nun zuerst die Beobachtungen über die Kerne besprechen und dann auf die weiteren Erfahrungen eingehen.

A. Beobachtungen über die Kerne.

1) Peneroplis pertusus Forsk. sp. aus dem Mittelmeer und Peneroplis planatus F. u. M. sp. von Fiji-Mataku. Über die Kernverhältnisse dieser Gattung ist seither nichts bekannt gewesen, so dass

es mir interessant schien, hierüber etwas in Erfahrung zu bringen. Es gelang denn auch, mittels des oben erwähnten Verfahrens, bei der Mittelmeerform in drei Präparaten die Kerne nachzuweisen. Bei zwei derselben fand sich nur ein einziger (Taf. VI Fig. 2 und 3), welcher in dem Verbindungsgang zwischen der Embryonal- und ersten Kammer lag und wohl in Anpassung an die Enge dieses Ganges etwas langgestreckt erschien. Bei dem dritten Präparat dagegen (Taf. VI Fig. 1) waren mehrere Kerne vorhanden. Es ließen sich hier mit Sicherheit vier nachweisen, von welchen drei durch langgestreckte und zum Theil gewundene Gestalt auffielen. Dass mit dieser Vermehrung der Kerne eine allmähliche Auswanderung derselben in die jüngeren Kammern verbunden ist, folgt schon aus diesem Präparat, noch deutlicher aber aus dem jetzt zu beschreibenden der Peneroplis planatus aus der Südsee. Auf einem der Präparate dieser Form lassen sich die Kerne deutlich erkennen und nachweisen, dass ca. 18 bis 20 derselben vorhanden sind. Von der Embryonalkammer aus gezählt, findet sich der letzte Kern in der 14. Kammer; die älteren enthalten meist einen Kern, einige aber auch mehrere, bis zu fünfen. Die Nuclei sind hier theilweise etwas geschrumpft, so dass ihre Gestalt im lebenden Zustand wahrscheinlich eine mehr regelmäßig rundliche ist.

Während sich nun an den Kernen der Mittelmeerform keine feinere Struktur erkennen ließ, ist an einigen Kernen des letztbeschriebenen Präparats eine feinnetzige Anordnung der Kernsubstanz recht kenntlich, wenn auch nicht so deutlich wie bei anderen Gattungen.

2) Orbitolites complanata Lam. aus der Südsee. Auch von dieser Gattung waren die Kernverhältnisse bis jetzt fast unbekannt. Nur Carpenter[1] berichtet in seiner neuesten Arbeit über Orbitolites, welche mir erst nach Beendigung meiner Untersuchungen bei der Abfassung des Textes zur Hand kam, dass er bei dem neuen, sehr interessanten Orbitolites tenuissima zahlreiche kleine kernartige Körperchen in dem Plasma gefunden habe. Da jedoch Färbungsversuche mit denselben nicht angestellt wurden und auch keine Nachricht über ihre feinere Struktur vorliegt, so muss es zum mindesten zweifelhaft bleiben, ob dieselben wirklich Kerne waren. Dies ist ja nicht unmöglich, da ich nachweisen werde, dass Orbitolites ungemein viele kleine Kerne enthält; doch finden sich im Plasma gerade dieser

[1] Report on Specimens of the genus Orbitolites etc. in: Voyage of H. M. S. »Challenger« Zoology. Vol. VII, pag. 15, Taf. II.

Gattung gewöhnlich noch so verschiedenartige Gebilde, dass eine genauere Untersuchung zur Feststellung der Kernnatur beobachteter Einschlüsse dringend nothwendig erscheint.

Sowohl die beträchtliche Größe, wie der komplicirte vielkammerige Bau des Orbitolites ließen es besonders wünschenswerth erscheinen, das Verhalten der Kerne zu studiren. Die hierauf gerichteten Untersuchungen hatten mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen, welche sich erst nach längerer Beschäftigung mit dem Gegenstand überwinden ließen. Durch Entkalkung und Färbung ganzer Exemplare, auch der kleinsten, welche ich erlangen konnte, gewann ich kein sicheres Urtheil über die Kernverhältnisse. Zerzupfung derartig präparirter Exemplare in einzelne Kammern förderte die Untersuchung nicht sehr erheblich, nur stellte sich dabei mit Sicherheit heraus, dass jedenfalls nicht ein oder wenige ansehnliche Kerne vorhanden seien, sondern viele kleine. Es fanden sich im Plasma zerstreut lebhaft gefärbte Körperchen von ziemlich verschiedener Größe und mehr oder weniger unregelmäßiger Gestalt, welche wohl auf Kerne bezogen werden konnten, ohne dass dies völlig sicher geworden wäre. Die Schwierigkeit wurde noch durch verschiedene Umstände erhöht. Wie später genauer zu schildern sein wird, war das Plasma der untersuchten Formen meist ganz von parasitischen Zellen erfüllt, welche selbst kleine Kerne enthalten. Ferner finden sich bis in die innersten Kammern hinein Fremdkörper im Plasma, die zum größeren Theil als Nahrung aufgenommen worden sein mögen, unter denen sich Diatomeenschalen und Bruchstücke solcher, Schwammnadeln und Bruchstücke fädig-röhriger Gebilde, über deren Herkunft ich nicht sicher bin, unterscheiden lassen. Namentlich Gebilde letzterer Art, die übrigens auch im Plasma anderer mariner Rhizopoden wiederkehren, färben sich häufig recht intensiv und machen die Feststellung der eigentlichen Kerne schwieriger.

Wenn ich daher auch überzeugt war, dass bei allen untersuchten Orbitoliten zahlreiche kleine Kerne im Plasma zerstreut seien, so blieb doch noch eine ziemliche Unsicherheit, da es nur hier und da gelang, eines der gefärbten Körperchen mit Bestimmtheit als Nucleus zu rekognosciren. Ich versuchte daher die Schnittmethode mit nachfolgender Färbung der Schnitte. Als geeignetstes Färbungsmittel erwies sich Hämatoxylin, welches die Kerne sehr distinkt, das eigentliche Plasma bei richtiger Abstufung der Färbung nur wenig und das Plasma der zahlreichen einzelligen Parasiten bei richtiger Be-

handlung des Präparates gar nicht färbt. Auch Safranin ergab recht gute Präparate. Auf feinen, in dieser Weise hergestellten Flächenschnitten lassen sich nun die Kerne mit viel größerer Sicherheit studiren, da man einmal immer genau entscheiden kann, ob der gefärbte Körper auch wirklich im Plasma liegt und weiter auch die Struktur der Körperchen bestimmter beurtheilen kann.

Hierbei ergab sich nun, dass das Plasma der Orbitolithen eine Unzahl kleiner bis kleinster Kerne einschließt. Fig. 1 Taf. VII zeigt eine Anzahl peripherischer Kammern eines solchen Horizontalschnittes und lässt in deren Plasma auf das deutlichste die große Zahl kleiner Kerne (*n*) erkennen. Man bekommt durch diese Abbildung und Fig. 5, welche einen Schnitt durch den Plasmainhalt einer einzigen Kammer bei stärkerer Vergrößerung darstellt, auch eine Vorstellung von der recht verschiedenen Größe der Kerne, welche bis zu minimaler Kleinheit herabsinkt. Dennoch dürfte diesen kleinen Gebilden die Kernnatur nicht streitig zu machen sein, da man einmal alle Übergänge von den größten bis zu den kleinsten herab verfolgen kann und ferner die deutlichen Kerne der parasitischen Zellen auch nicht größer sind als die kleinsten Plasmakerne des Orbitolites.

Die Gestalt der Nuclei ist im Allgemeinen eine rundliche bis ovale, doch finden sich auch nicht wenige unregelmäßigere, von denen es jedoch nicht sicher ist, wie viel die Konservirung zu ihrer Unregelmäßigkeit beigetragen hat. Gelegentlich fand ich aber auch einige wurstförmig langgestreckte Gebilde, die nach ihrer Struktur ebenfalls als sichere Kerne zu beanspruchen sind.

Die Struktur der Kerne lässt sich deutlich als eine netzförmige erkennen und zwischen größeren und kleineren besteht im Wesentlichen nur der Unterschied, dass die ersteren zahlreichere Netzmaschen, die kleineren nur wenige, bis sehr wenige enthalten. Hierüber giebt die Fig. 5 genaueren Aufschluss.

Von Nucleoli habe ich nie etwas Sicheres in diesen Kernen gesehen.

Was die Vertheilung der Kerne durch den Orbitoliteskörper betrifft, so finde ich, dass die peripherischen Kammern im Allgemeinen reichlicher damit ausgestattet sind. Ob sie der Centralkammer und den älteren Kammern zuweilen vollständig fehlen können, wie es an nicht untadelhaft gefärbten Präparaten manchmal schien, will ich nicht bestimmt angeben, doch wäre es wohl möglich, da, wenn man die Kerne einmal als solche erkannt hat, ihre Auffindung auch im schlecht gefärbten oder ungefärbten Zustand keine Schwierigkeiten hat.

3) Lagena elegans Gruber. Diese kleine, mit der von Gruber[1] vor Kurzem aus dem Hafen von Genua beschriebenen, identische Form fand ich mehrfach im Frühjahr 1881 zu Villefranche und kann den von Gruber geschilderten Bau ihrer Mündung bestätigen. Die abgeplattete Form der Schale und die in die Breite gezogene spaltartige Mündung würden sie zu dem einst von Reuss errichteten Genus Fissurina gesellen, wenn dasselbe als besonderes Geschlecht festzuhalten wäre. Ich will übrigens, wenn ich diese Lagenaform unter dem Gruber'schen Namen als besondere Art anführe, nicht entscheiden, ob sie wirklich von den früher bekannten Arten hinreichend verschieden ist, um hierauf Anspruch zu erheben. Diese Frage muss vielmehr den Kennern dieses so formreichen und verwickelten Genus zur Entscheidung überlassen werden. Schon Gruber konnte den Kern unserer Form durch Färbung nachweisen, berichtet jedoch nichts über seinen feineren Bau. Früher schon hatte F. E. Schulze[2] bei einer nahe verwandten kleinen Lagena (globosa Will.) das Vorkommen eines einfachen Kernes erwiesen; nach Essigsäurebehandlung erschien derselbe als ein »feinkörnig getrübter, kugeliger Körper«. Wie Schulze erkannte ich den Kern gewöhnlich schon im lebenden Zustand als einen hellen Fleck, welcher etwas excentrisch, randlich gelagert war. An einem günstigen, gefärbten Präparat ließ sich erkennen, dass der Nucleus eine ziemlich grobnetzige Struktur besitzt (Taf. VI Fig. 5), und dass dem Netz einige rundliche nucleolenartige Körperchen eingelagert sind.

Auf einem der Präparate finden sich eine größere Anzahl rundlicher gefärbter Körper im Plasma, doch wurde ich nicht hinreichend sicher, ob diese Einschlüsse wirklich Kerne sind. Bis jetzt wurden nur einkernige Zustände von Lagena beobachtet, doch ist aus dem Verhalten der übrigen marinen Rhizopoden wohl sicher zu schließen, dass auch diese Gattung zuweilen mehrkernig vorkommen wird.

4) Textularia sp. von Villefranche. Bei dieser Gattung wurde das Vorkommen von Kernen zuerst von R. Hertwig[3] nachgewiesen. Er fand bei zwei Exemplaren, von welchen das eine noch sehr jung war, einen Kern; bei dem jungen lag derselbe noch in der Anfangs-

[1] A. Gruber, Die Protozoen des Hafens von Genua. Nov. Act. Ac. C. L. Vol. XLVI.

[2] F. E. Schulze, Rhizopodenstudien. VI. Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XIII. pag. 8.

[3] Jenaische Zeitschrift f. Med. u. Naturw. Bd. X. 1876.

kammer, bei dem älteren (13 Kammern) in einer mittleren Kammer. Das auf Taf. VI Fig. 13 *a* von mir abgebildete, 14kammerige Exemplar zeigte drei kleine deutliche Kerne, je einen in den drei ältesten Kammern und vielleicht noch einen vierten in der folgenden. Die drei Kerne waren jedenfalls von einander isolirt. Dagegen zeigt ein zweites, 17kammeriges Individuum auf das deutlichste nur einen einzigen Kern, welcher sich aus der dritten in die vierte Kammer erstreckte, wie es die Abbildung Fig. 13 *b* darstellt.

Es geht aus diesen Erfahrungen jedenfalls hervor, dass auch der ursprünglich einfache Kern der Textularia später eine Vermehrung erfährt.

5) Spirillina vivipara Ehrb. von Villafranca. Ein Exemplar dieser interessanten Rhizopode konnte ich lebend beobachten. Das Protoplasma ist wie die Schale ganz farblos. Dasselbe erfüllte das Anfangsende der Schale nicht mehr; Pseudopodien wurden auch nicht ausgestreckt, indem sich das Plasma von der durch eine Anhäufung von Schmutz versteckten Mündung etwas zurückgezogen hatte.

Im Plasma fanden sich viele kleine farblose, stark lichtbrechende Körnchen, ferner kleine Vakuolen, an welchen sich keine Veränderung beobachten ließ. Die noch erhaltene Lebenskräftigkeit des Exemplars, ergab sich daraus, dass das Plasma lebhafte Strömungserscheinungen zeigte und zwar bewegten sich ein centrifugaler und ein centripetaler Strom dicht neben einander hin und bogen am centralen Ende der Plasmaerfüllung in einander über. Es handelte sich also hier um eine Art Plasmacirkulation.

Schon im lebenden Plasma ließen sich eine Anzahl rundlicher blasser Körperchen erkennen, welche wohl als Kerne anzusprechen waren. Die Präparation und Färbung bestätigte dies, wie die Fig. 12 Taf. VI zeigt. Neben sicheren Kernen (*n*), die in erheblicher, jedoch nicht scharf zu bestimmender Zahl vorhanden waren, fanden sich an verschiedenen Stellen langgestreckt wurstförmige, stärker oder schwächer gefärbte Einschlüsse, die sicher nicht auf Nuclei zu beziehen, sondern wohl irgend welche färbbare Nahrungskörper, vielleicht Cellulosereste aufgenommener Pflanzentheile sind. Auch Diatomeenreste fanden sich nicht wenige vor.

Was ich bei der Kleinheit der Kerne von ihrer Struktur erkennen konnte, habe ich auf der Abbildung angedeutet, jedoch ist ihre Größe so gering, dass ein genaueres Erkennen der Strukturverhältnisse sehr schwierig ist.

6) Calcarina Spengleri Gmel. von den Kerguelen und Fiji. Es war mir sehr angenehm über die Kernverhältnisse dieser großen und schönen, zu den Rotalinen gehörenden Rhizopode etwas Näheres zu erfahren.

Wider Erwarten gelang es hier auch ziemlich leicht die Verhältnisse aufzuklären und als erstes interessantes Resultat ergab sich, dass alle, selbst die größten untersuchten Formen (von circa 2 Millimeter Durchmesser) nur einen einzigen und dazu nicht einmal besonders großen Kern enthielten. Ich glaube diese Angabe mit voller Sicherheit verbürgen zu können, da der Nucleus meist recht deutlich ist und daher nicht leicht übersehen werden kann.

Die Lage des Kernes innerhalb des Plasmas scheint darauf hinzuweisen, dass der Kern mit Zunahme der Kammerzahl allmählich von der Centralkammer aus successive in jüngere Kammern wandert, wie Ähnliches auch bei anderen Formen schon erkannt wurde.

Zur Beurtheilung dieses Verhaltens stehen mir Beobachtungen an vier Individuen zur Verfügung. Bei einem kleinen, dessen Kammerzahl zwischen 20 und 30 betrug, fand sich der Kern in der 9. Kammer; bei einem Exemplar mit 50 Kammern in der 13., bei einem mit 75 Kammern in der 22. Bei dem vierten, das auf dem fertigen Präparat noch 45 Kammern zeigt, in der 20., doch halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass bei der Präparation dieses Individuums eine größere Anzahl der jüngeren Kammern verloren ging, was namentlich bei der Behandlung mit Chlorwasser leicht eintritt.

Die Struktur des Kernes bot viel Interessantes dar. Der ovale Nucleus zeigt im Allgemeinen ein recht deutliches, netzförmiges Gerüst, das, wie die drei Fig. 14—16 Taf. VI erkennen lassen, in seiner Maschenweite nicht unbeträchtlich schwankt. Von besonderem Interesse erscheint, dass der centrale Theil des Gerüstes in zweien der Kerne aus viel feinerem Maschenwerk gebildet ist, so dass sich dieser Theil wie ein etwas dunklerer großer Nucleolus in dem äußeren, gröberen Maschenwerk darstellte. Der in Figur 14 abgebildete Kern konnte durch Zerdrücken eines Glycerinpräparates völlig isolirt werden, so dass über die Richtigkeit der Beobachtung kein Zweifel aufkommen konnte. Während nun einer der Kerne der vier Individuen, nebenbei bemerkt derjenige, dessen Struktur am wenigsten deutlich zu studiren war, keine nucleolusartigen Einschlüsse in dem Kerngerüst darbot, enthielten die drei anderen eine beträchtliche Anzahl solcher Gebilde.

Am kleinsten waren dieselben in dem Fig. 16 abgebildeten Kern, fanden sich in den Knotenpunkten des äußeren Maschenwerkes eingelagert und waren deutlich intensiver gefärbt wie der übrige Kern. Von Strukturverhältnissen ließen sie nur eine dunklere peripherische Schicht und ein lichteres Innere erkennen. Die viel ansehnlicheren Nucleoli der Kerne Fig. 14 und 15 dagegen zeigen bei aufmerksamer Untersuchung einen sehr feinnetzigen Bau, welcher in jeder Hinsicht dem des eigentlichen Kerngerüstes entspricht, so dass man diese Nucleoli gewissermaßen als kleine Kerne innerhalb des großen betrachten könnte. Es sei hier nochmals besonders betont, dass die geschilderten Nucleoli sich stets in der peripherischen Kernzone fanden.

Die einkernige Beschaffenheit der großen Calcarina muss besonders auffallen, wenn man bedenkt, dass alle bis jetzt untersuchten Verwandten aus der Rotalinenfamilie schon in sehr jugendlichem Zustand mehr- bis vielkernig waren. Die hierüber vorliegenden Beobachtungen sind zwar keine sehr ausgedehnten, doch konnte R. Hertwig (l. c.) dieses Verhalten bei einer für Rotalia veneta (M. Schultze) gehaltenen Form, welche also wahrscheinlich eine Pulvinulina war, nachweisen und ich fand mehrere untersuchte Discorbinen des Mittelmeeres durchaus vielkernig.

Bei einer 12kammerigen Discorbina globularis beobachtete ich etwa 27 Kerne und zwar enthielten nur die beiden jüngsten Kammern keine; eine ähnliche Form, deren Kammerzahl nicht mehr festgestellt werden konnte, weil sie bei der Präparation aus einander gefallen war, enthielt etwa 25 Kerne. Dass meine Angaben über die Kernzahl nicht ganz bestimmt lauten, rührt daher, weil es sich nicht mit voller Sicherheit ermitteln ließ, ob alle gefärbten Einschlüsse wirklich Kerne waren.

7) Amphistegina Lessonii d'Orb. aus der Südsee. Auch über die Verhältnisse dieser zu den Nummulitinen gehörigen Form lagen bis jetzt keine Untersuchungen vor. Die Beobachtungen von F. E. Schulze[1] haben uns mit den Kernverhältnissen bei einem anderen Vertreter dieser Gruppe, Polystomella, bekannt gemacht. Er fand hier gewöhnlich einen, selten bis drei Kerne.

Das einzige untersuchte Exemplar der Amphistegina war von recht beträchtlicher Größe. Es wurde in der beschriebenen Weise gefärbt und präparirt, wobei die durch die Behandlung mit Chlorwasser in ihrem

[1] l. c.

Zusammenhalt gelockerten Kammern aus einander fielen. Es zeigte sich nun, dass eine der kleineren, also älteren Kammern einen ziemlich ansehnlichen, unregelmäßig ovalen Kern (Taf. VI Fig. 7 *b*) einschloss. Die großen jüngeren Kammern enthielten in ihrem Plasma neben zahlreichen Fremdkörpern (Bruchstücken von Diatomeenschalen, Spongiennadeln und dergleichen) eine große Menge mehr oder minder unregelmäßiger, intensiv tingirter Einschlüsse (Fig. 7 *a*). In den älteren Kammern und namentlich derjenigen, welche den erwähnten Kern enthielt, fanden sich keine derartigen Einschlüsse. Die kleineren fraglichen Körperchen sind rundlich bis oval mit mehr oder weniger unregelmäßigen Umrissen, was ich auf Schrumpfung zurückführen möchte; die größeren dagegen sind meist band- oder wurstförmig in die Länge gestreckt, nicht selten auch von etwas gewundenem Verlauf oder schleifenartig zusammengekrümmt. Auch sie machen den Eindruck, als wenn sie ziemlich geschrumpft wären. Bei genauem Studium erkennt man, dass die feinere Struktur aller dieser lebhaft gefärbten Einschlüsse deutlich netzig ist, sich also recht wohl mit ihrer Kernnatur vereinen lässt.

Ich habe mich nun lange gesträubt, die beschriebenen Gebilde als Nuclei anzuerkennen, muss jedoch, nachdem ich namentlich bei Orbitolites das Vorkommen so vieler kleiner Kerne nachzuweisen vermochte, auch diese Einschlüsse in den jüngeren Kammern der Amphistegina als Kerne betrachten. Das Seltsame ist nun, dass demnach bei dem untersuchten Amphistegina-Individuum neben einem ansehnlichen Kern einer älteren Kammer gleichzeitig so zahlreiche kleine in den jüngeren vorhanden sind. Im Allgemeinen stimmt dies zwar mit den bei Orbitolites gefundenen Verhältnissen, da auch dort die peripherischen Kammern reicher an Kernen sind und die centrale Region zuweilen gar keine Kerne zu enthalten scheint.

Nachdem ich so in Kürze das über die Kernverhältnisse Beobachtete mitgetheilt habe, gehe ich zu einigen Bemerkungen über die feinere Struktur des Plasmas der marinen Rhizopoden über.

B. Über die Struktur des Plasmas bei den marinen Rhizopoden.

An allen einigermaßen günstigen Präparaten der untersuchten Rhizopoden ließ sich bei Beobachtung mit homogener Immersion (Seibert 1/12 und Hartnack Nr. 11) feststellen, dass die Struktur des Plasmas eine durchaus netzige ist. Es ist dies auf den

Figuren, welche ich von den verschiedenen Formen gegeben habe, abgebildet (s. Taf. VI Fig. 5, 10 *b* und 12, Taf. VII Fig. 5), doch muss ich bemerken, dass auf manchen derselben das Maschenwerk etwas zu weit und zu scharf gezeichnet ist, um die Struktur etwas deutlicher hervortreten zu lassen. Dass wir es nun in dieser Netzstruktur nicht mit etwas künstlich Hervorgerufenem zu thun haben, sondern mit einem thatsächlichen Strukturverhältnis des Plasmas, lässt sich, meiner Ansicht nach, aus gewissen Veränderungen der Struktur mit Sicherheit entnehmen. Bei Peneroplis, Calcarina und einer Verneuilina, welche ich oben nicht erwähnt habe, weil ich über ihre Kernverhältnisse keine Sicherheit erlangte, findet man nämlich, dass das Plasma in den engen Verbindungskanälen zwischen den Kammern auf das deutlichste ein fädig-fibrilläres Gefüge annimmt (Taf. VI Fig. 4 und 10 *b*). Bei genauerem Studium lässt sich nun auch ganz gut verstehen, wie diese Struktur aus dem gewöhnlichen Netzwerk hervorgeht. Es geschieht dies einfach in der Weise, dass sich die Maschen in die Länge strecken und dabei benachbarte Netzfädchen sich mehr oder weniger deutlich in linearem Verlauf hinter einander reihen, so dass sie nun zusammen als längere Fibrillen imponiren, welche jedoch, wie die genauere Untersuchung erweist, stets durch feine quere Verbindungsfädchen verbunden sind (Taf. VI Fig. 10 *a*). Ohne Zweifel muss die Veränderung der Struktur an den angegebenen Stellen mit der Strömung durch die engen Verbindungskanäle zusammenhängen und die Deutlichkeit der Struktur wird wohl daher rühren, dass die betreffenden Exemplare gerade in dem Moment, wo eine lebhafte Strömung des Plasmas in der angegebenen Weise stattfand, fixirt wurden. Dass es sich hierbei um ein Strömungsphänomen handelt, scheint mir aus folgender Erscheinung mit Sicherheit hervorzugehen. Das fasrige Plasma in den Verbindungskanälen entwickelt sich in der einen Kammer aus dem gewöhnlichen netzigen (Taf. VI Fig. 10 *b*), indem dies allmählich durch Streckung der Maschen in den fibrillären Zustand übergeht; in den benachbarten Kammern, nach welchen der Zufluss stattfindet, findet man nun aber meist keinen so direkten Übergang der fasrigen Protoplasmastränge in das gewöhnliche Kammerplasma, sondern man sieht den Strang unter seitlicher Umbiegung seiner Fasern zu einem knopfförmigen Gebilde von mehr oder minder ansehnlichen Dimensionen anschwellen, das sich ziemlich scharf von dem Kammerplasma abgrenzt, wenn es auch natürlich mit demselben in Verbindung steht (Fig. 4 und 10 *b*). Ich denke mir die Entstehung dieses Knopfes

ungefähr so, dass das fasrige Plasma des Verbindungskanales bei seinem Übertritt in die benachbarte Kammer nicht sofort den Charakter des gewöhnlichen Netzes annimmt, sondern sich noch einige Zeit als solches erhält, indem sich die Fasern, nachdem sie den Kanal passirt haben, unregelmäßig umbiegend und ausbreitend, den Knopf formiren. Die Bildung dieses Faserknopfes erinnert ganz auffallend an die Beschaffenheit, welche ein in Verlängerung begriffenes Pseudopodium der sogenannten Amoeba Blattae, die, wie ich nachwies, ein durchaus fasriges Plasma besitzt, darbietet. Auch hier breiten sich die Fibrillen an dem Ende des Pseudopodiums, indem sie sich rückwärts biegen, fächerartig aus oder bieten eine etwas knäuelförmige Bildung dar[1].

Bezüglich der erwähnten Plasmastruktur erlaube ich mir noch auf die vor Kurzem von mir beschriebenen Verhältnisse bei Noctiluca hinzuweisen, welche ganz entsprechende sind[2]. Bei Calcarina konnte ich auch beobachten, dass sich in dem gewöhnlichen netzigen Plasma an gewissen Stellen recht deutlich ein etwas gröberes dickmaschigeres Netz unterscheiden ließ, dessen Maschen dann von dem feineren Netzwerk erfüllt waren, eine Bildung des Netzes, welche ich in ähnlicher Weise auch von Noctiluca geschildert habe.

Ich kann nun bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen, dass die gleiche Netzstruktur des Plasmas unter den Protozoen eine weite Verbreitung besitzt und namentlich bei den Flagellaten und Ciliaten ganz allgemein vorkommt. Das Entoplasma der Ciliaten zeigt, so weit ich bei gelegentlicher Betrachtung feststellen konnte, einen feineren oder gröberen Netzbau ganz allgemein (s. Fig. 9 Taf. VI von Opalina ranarum) und das Ektoplasma (d. h. die Cuticula einschließlich der sogenannten Myophanschicht) besitzt entsprechende Bauverhältnisse mit Modifikationen, welche theils einen radiär strahligen Bau desselben auf dem Durchschnitt bedingen, theils dagegen fibrilläre Bildungen, wie sie bei den mit deutlichen Körperstreifen ausgerüsteten Infusorien sich finden.

Es erübrigt noch, dass ich mich über die Auffassung der so

---

[1] Siehe Beiträge zur Kenntnis der Flagellaten und verwandter Organismen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXX. pag. 273 und Taf. XV Fig. 26 *a*, welche Figur jedoch von dem Lithographen mangelhaft wiedergegeben wurde. Die fibrilläre Beschaffenheit des Plasmas ist nämlich viel zu unbestimmt und schattenhaft behandelt.

[2] Siehe diese Zeitschr. Bd. X. pag. 564.

weit verbreiteten Netzstruktur des Plasmas etwas näher ausspreche. Ich habe schon bei früherer Gelegenheit[1] darauf hingewiesen, dass ich, im Gegensatz zu Anderen, namentlich Heitzmann und seinen Anhängern, das Netzbild nicht für den optischen Ausdruck eines wirklichen, d. h. durch Knoten und Fäden gebildeten Netzes halte, sondern in der retikulirten Struktur das Durchschnittsbild eines eigentlich wabig beschaffenen Plasmas erkennen muss. Ich halte diese Ansicht um so mehr für die richtigere, als es mir vor Kurzem, wie ich glaube, gelungen ist, zu zeigen, dass die so deutliche Netzstruktur der Kerne der Cilioflagellaten auf eine wabige Struktur ihrer Substanz zurückzuführen ist[2]. Der Charakter der Netzstruktur dieser und anderer Kerne ist aber ganz der nämliche, wie der des Plasmas und desshalb zweifle ich nicht, dass auch die Plasmastruktur nicht netzig sondern wabig ist. Ich bin zu dieser Deutung des Bildes um so mehr geneigt, als auch die Vertheidiger der wirklichen Netzstruktur zugeben müssen, dass die äußerste Grenzlage eines netzigen Plasmakörpers eine zusammenhängende sei, da man dieselbe stets in den verschiedensten Ansichten als eine nicht unterbrochene Linie findet und der schwächer brechende Inhalt des Maschenwerkes (Paraplasma Kupffer, Cytochylema Strasburger) auf diese Weise gegen die Umgebung abgeschlossen sei. Ich habe jedoch auch schon früher die wabige Struktur manches Plasmas direkt nachgewiesen, wenn diese Angaben auch bis jetzt keinerlei Beachtung gefunden haben. Schon 1876 zeigte ich, dass die relativ dicke Ektoplasmalage der Bursaria truncatella einen ausgesprochen wabigen Bau besitzt und wies auch damals schon auf die weitere Verbreitung einer derartigen Plasmastruktur hin[3]. In neuerer Zeit habe ich dann Gelegenheit gehabt, die sehr interessante Ciliatenform Urocentrum Turbo zu untersuchen und gefunden, dass dieselbe ein relativ noch dickeres Ektoplasma besitzt, welches den gleichen Bau zeigt. Entz, der diese Form vor Kurzem untersuchte[4], hat die verhältnismäßig dicken Kanten zwischen den benachbarten Waben, welche der Rindenschicht wie bei Bursaria auf dem optischen Durchschnitt ein so deutlich radiär getricheltes Aussehen verleihen, für Trichocysten gehalten, was sicherlich unrichtig ist. Ich zweifle nicht, dass

[1] S. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXX. pag. 275.

[2] Diese Zeitschr. Bd. X. pag. 547.

[3] Untersuch. über die ersten Entwicklungsvorg. etc. Taf. XI Fig. 17 u. Erklärung. Abhandl. d. Senckenberg'schen naturf. Ges. Bd. X.

[4] Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XXXVIII. pag. 167.

die ähnliche, radiär gestrichelte äußere Plasmalage, wie sie von Strasburger[1] bei den Zoosporen von Vaucheria und von mir bei der Flagellate Pseudospora[2] beschrieben wurde, ihr Verhalten einem entsprechenden Bau des äußeren Plasmas verdankt. Gelegentliche Untersuchungen machen es mir ferner sehr wahrscheinlich, dass der Wabenbau des Ektoplasmas, wenn auch nicht so kenntlich, wie bei Bursaria und Urocentrum, bei den Ciliaten noch eine weite Verbreitung besitzt.

Will man sich also in gröberen Zügen eine Vorstellung von dem netzförmigen Bau des Plasmas machen, so rufe man sich das Bild, welches ein durch ein Actinosphaerium Eichhorni geführter Schnitt darbietet, in Erinnerung; man hat dann im Großen ein Netzgefüge, erzeugt von den Plasmawänden, welche die dicht gedrängten Vakuolen scheiden. Man muss nun aber nicht glauben, dass das grobe Wabennetz, welches die Vakuolen des Actinosphaerium sowohl in dem Ekto- wie Entoplasma hervorbringen, der feinen Netzstruktur direkt entspräche, welche oben von den Rhizopoden geschildert wurde und die sich in derselben Weise bei zahlreichen anderen Protozoen und Plasmagebilden überhaupt wiederholt. Betrachtet man nämlich ein Actinosphaerium genauer, so findet man, dass das Plasma, welches die Wände der großen Vakuolen bildet, sowohl an der Oberfläche des Körpers wie im Inneren, einen durchaus netzigen Bau von großer Feinheit zeigt. Von Actinosphaerium standen mir zum Nachweis dieser Verhältnisse natürlich besser konservirte Präparate zur Verfügung als von den marinen Rhizopoden. Bei den mit Osmium-Chromsäure hergestellten und in Hämatoxylin gefärbten Exemplaren zeigt diese Struktur an vielen Stellen viel ausgesprochener den Charakter einer vakuolären, indem die trennenden Plasmabälkchen nicht so bestimmt polygonal erscheinen, wie bei den marinen Rhizopoden.

Besonders interessant erscheint natürlich die Frage, wie sich bei einer solchen Plasmastruktur die Pseudopodien verhalten. Bei den feinen Pseudopodien der marinen Rhizopoden konnte ich keine genaueren Untersuchungen hierüber anstellen, da mir das nöthige Material nicht zu Gebote stand. Bei Actinosphaerium dagegen habe ich die Überzeugung gewonnen, dass wenigstens die dickeren proximalen Partieen der Pseudopodien die Netzstruktur aufweisen. An

---

[1] Jenaische Zeitschrift f. Medicin u. Naturw. 1876.

[2] Protozoen. pag. 672.

den feineren Endtheilen der Pseudopodien sah ich wenigstens einige Male deutlich, dass in der Mitte des Pseudopodiums eine Reihe kleinster Vakuolen hinzog, wodurch also im optischen Schnitt das Bild von zwei dunkleren Fibrillen hervorgerufen wurde, welche die Ränder des Pseudopodiums bildeten, zwischen welchen Fibrillen sich dann quere Fädchen ausspannten, welche die auf einander folgenden Vakuolen von einander schieden. Wir haben demnach hier in der einfachst denkbaren Weise das Bild, welches wir erhielten, wenn die gewöhnliche Wabenstruktur des Plasmas in die fibrilläre überging.

Ich schließe hier noch ein Wort über die Pseudopodien mariner Rhizopoden an. Bei der Beobachtung der lebenden Lagena elegans Gruber ließ sich feststellen, dass die Pseudopodien nur aus der spaltartigen Mündung ausstrahlen, wie dies auch Gruber angiebt, dass daher bei dieser bekanntlich mit sehr fein poröser Schale versehenen Gattung wahrscheinlich nur die Mündung zum Austritt des Plasmas dient. Sollen die langen zarten Pseudopodien dieser Form eingezogen werden, so tritt dieselbe Erscheinung ein, welche zuerst von Fresenius, dann von Carter und Anderen bei der Süßwassergattung Cyphoderia gefunden wurde[1]. Das Pseudopodium erschlafft plötzlich und zieht sich in einer korkzieherartigen Schraubenform zusammen: hierauf fließt es rasch zurück, wobei es nicht selten recht energische pendelnde Schwingungen ausführt. Auch ausgestreckte, nicht in Rückfluss begriffene Pseudopodien sah ich zuweilen in schwacher schwingender Bewegung.

In dem Plasma mariner Rhizopoden findet man nicht selten auch Vakuolen. Bei einer Biloculina verfolgte ich einige dieser Vakuolen längere Zeit und konnte dabei feststellen, dass dieselben ihre Gestalt allmählich verändern — dass benachbarte mit einander verschmolzen, einzelne verschwanden und andere neu auftauchten. Hierdurch wird es mir wahrscheinlich, dass bei den marinen Rhizopoden die eigentlichen kontraktilen Vakuolen durch solche in allmählicher Veränderung begriffene ersetzt sein mögen.

C. Parasitische Zellen im Plasma mariner Rhizopoden.

Brandt[2] konnte schon den Nachweis führen, dass in dem Plasma von Globigerina gelbe Zellen vorkommen, welche sich

[1] S. hierüber meine »Protozoen« pag. 123.

[2] A. Brandt, Über die morphol. und physiol. Bedeutung des Chlorophylls bei Thieren. 2. Art. Mitth. der Zool. Station Neapel. Bd. IV. pag. 222.

den so weit verbreiteten sogenannten Zooxanthellen auf das innigste anschließen.

Schon 1881 waren mir im Plasma der untersuchten Peneroplis pertusus kleine kuglige Gebilde aufgefallen, welche dasselbe in massenhafter Weise erfüllten und einen karmin- bis braunrothen, in gröberen Körnern oder feinen Körnchen auftretenden Farbstoff enthielten. Ich konnte diesen Einschlüssen damals nur eine flüchtige Untersuchung widmen und erst das genauere Studium der ohne Zweifel entsprechenden Einschlüsse im Plasma von Orbitolites complanata ließ mich die Natur derselben bestimmter feststellen.

Das Plasma der untersuchten Orbitoliten war in einer geradezu staunenerregenden Weise von unzähligen kleinen kugligen Gebilden durchsetzt (Taf. VII Fig. 1 *ag*). Dieselben sind gewöhnlich durch das gesammte Plasma verbreitet, so dass auf den Schnitten zuweilen keine Kammer aufzufinden sein dürfte, welche derselben entbehrte. Dennoch zeigt sich bei manchen Exemplaren, dass die centralen Kammern des Orbitolites damit spärlicher versehen sind; in anderen Fällen sind hingegen auch die innersten Kammern, einschließlich der Centralkammer, vollständig erfüllt (Taf. VII Fig. 3). Bei gewissen Exemplaren ließ sich umgekehrt ein Spärlicherwerden der Gebilde in den peripherischen Kammern nachweisen. Vielleicht hängt dies zum Theil damit zusammen, dass die Protoplasmaerfüllung der peripherischen Kammern meist eine spärlichere ist, indem dieselben häufig nur einen wandständigen Plasmabelag besitzen (Taf. VII Fig. 5).

Meist ist die Anfüllung der Kammern mit parasitischen Zellen eine so starke, dass das eigentliche Kammerplasma ganz zurücktritt und genaueres Zusehen nöthig ist, um die geringe Plasmamenge zu erkennen, welche sich noch zwischen den Zellen findet. Es ist daher erklärlich, dass Carpenter diese Gebilde, welche er schon 1862[1] beschrieb, durch Zerfall des Plasmas entstanden dachte und mit der Fortpflanzung in Zusammenhang brachte. In seiner neuesten Publikation über Orbitolites[2] betont er ihre Beziehung zur Fortpflanzung nicht mehr, verwahrt sich aber auf das bestimmteste gegen die Zellnatur der Körperchen und betrachtet sie ohne Zweifel als Bestandtheile des Plasmakörpers des Orbitolites, indem er bemerkt: dass derselbe sich großentheils aus solchen Kügelchen zusammensetze.

---

[1] W. B. Carpenter, Introduction to the study of the Foraminifera. Ray Society. London 1862.

[2] l. c. Challengerexpedition. Vol. VII. pag. 15.

Die fraglichen Kügelchen sind nun sicher Gebilde, welche den sogenannten gelben Zellen der Radiolarien und anderer mariner Organismen entsprechen und desshalb wie diese wohl zweifellos als dem Organismus nicht angehörig betrachtet werden müssen. So lange wenigstens für die gelben Zellen diese, mit den neueren Erfahrungen gut harmonirende Auffassung festgehalten werden muss, wird dieselbe auch für die Einschlüsse des Orbitolites gelten. Ich drücke mich etwas vorsichtiger aus, als es wohl Manchem nöthig scheinen dürfte, da ich die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen über die symbiotischen Zellen, namentlich die mit echtem Chlorophyll versehenen, noch nicht für so ausführliche halte, um alle Zweifel über ihre Natur zu heben. Ich betone dies namentlich im Hinblick auf die neueren Erfahrungen über die Chromatophoren der Pflanzen, welche bekanntlich eine selbständige Vermehrung zeigen und auch nicht selten einen stärker färbbaren, in mancher Hinsicht kernähnlichen Körper, das sogenannte Pyrenoid, enthalten.

Die rundlichen Körper des Orbitolites enthalten nun stets einen durch Färbemittel (Alaunkarmin und Safranin) scharf nachweisbaren kleinen Kern, dessen Substanz eine fein punktirt-netzige Beschaffenheit besitzt und sich recht intensiv färbt (Taf. VII Fig. 6*c*). Das Plasma der Zellen ist mehr oder weniger reichlich mit Stärkekörnchen erfüllt (Fig. 6*a—c*), welche gewöhnlich die deutlichen doppelten Konturen zeigen, die auch Brandt von den Amylumkörnern der gelben Zellen abbildet und auf eine Aushöhlung derselben zurückführt. Ein Vergleich der Brandt'schen Abbildungen (l. s. c.) mit den von mir dieser Arbeit beigefügten wird ergeben, dass die Übereinstimmung der Orbitoliteszellen mit nicht wenigen der durch Brandt aus anderen Organismen abgebildeten eine recht auffallende ist. Mit Bestimmtheit muss ich behaupten, dass die Zellen des Orbitolites keine Membran besitzen. Ich habe dieselben öfters isolirt und mit den stärksten Vergrößerungen, so wie den verschiedensten Reagentien untersucht, ohne die Spur einer Hülle nachweisen zu können. Auch Brandt vermisste die Membran an den gelben Zellen gewisser Radiolarien und Metazoen.

Trotz der Unmasse von Zellen, welche ich in den Orbitoliten beobachten konnte, habe ich nie ein sicheres Zeichen von Vermehrung derselben aufgefunden, doch wird dieselbe auch hier gewiss nicht fehlen.

Natürlich war bei den lange Zeit in Alkohol gelegenen Orbitoliten von Farbstoffkörpern innerhalb der parasitischen Zellen nichts

mehr vorhanden, d. h. der sonder Zweifel im Leben anwesende Farbstoff vollständig gelöst. Doch konnte ich auch keine Inhaltskörper auffinden, an welche der Farbstoff eventuell gebunden gewesen wäre. Ich zweifle nun aber, wie gesagt, nicht im geringsten, dass das Plasma im lebenden Zustand einen Farbstoff enthält, welcher dem der sogenannten Zooxanthellen entspricht. In dieser Hinsicht kommen mir die Beobachtungen, welche ich schon früher an lebenden Peneroplis des Mittelmeeres anstellen konnte, zu Hilfe. Das lebende Plasma dieser Rhizopoden erscheint tief braunroth und nur die jüngsten Kammern sind gewöhnlich ziemlich farblos, was vorwiegend darauf beruht, dass dieselben nicht völlig mit Plasma erfüllt, sondern nur von einem spärlichen Plasmanetz durchzogen sind. Die braunrothe Färbung rührt nun daher, dass das Plasma dicht mit kleinen Kügelchen erfüllt ist (Taf. VI Fig. 11 *a—b*), welche sich durch ihren Gehalt an stark lichtbrechenden Körnchen von derselben Struktur wie die Amylumkörnchen des Orbitolites, zweifellos als den parasitischen Zellen des Orbitolites entsprechende Gebilde dokumentiren. Leider habe ich seiner Zeit versäumt, nach dem Vorhandensein eines Kernes zu suchen. Auch in dem Plasma einer Peneroplis planatus aus der Südsee fand ich die parasitischen Zellen in sehr reichlicher Menge und überzeugte mich hier durch die Jodreaktion, dass dieselben thatsächlich von Stärkekörnchen erfüllt sind. Während ich aber bei Orbitolites im Ganzen nur sehr geringfügige Größenunterschiede der parasitischen Zellen finden konnte, besaßen die jener Peneroplis recht verschiedenen Durchmesser. Die kleinsten, welche sich vorwiegend in den jüngsten Kammern zu finden schienen, enthielten gar kein Stärkemehl, die mittleren nur einige wenige Körnchen und die größeren wiesen eine reichliche Erfüllung mit Amylum auf. Die Färbung mittels Safranin lieferte leider auch hier nicht den sicheren Nachweis des Kernes, an dessen Vorhandensein ich jedoch nach der Analogie mit Orbitolites nicht zweifle. Beachtenswerth scheint noch, dass mir die Anwesenheit einer Membran bei den größeren Zellen dieser Peneroplis möglich schien.

Die aus dem lebenden Plasma isolirten Zellen der Mittelmeerform enthielten nun einen braun- bis karminrothen Farbstoff und zwar entweder in Gestalt eines oder mehrerer größerer Körner (Taf. VI Fig. 11*a*) oder auch zum Theil, wie es schien, in fein vertheilter körniger Form. Durch verdünnte Salpetersäure wurde der Farbstoff zerstört; durch längeres Liegen in verdünntem Glycerin dagegen

ging die Farbe ins Grüne über (Taf. VI Fig. 11*b*). Ich muss diese Farbenänderung in gleicher Weise beurtheilen wie die bekannte Veränderung, welche die braunen bis rothen Farbstoffe der pflanzlichen Chromatophoren unter Einwirkung von Alkohol erleiden.

Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich die schon von M. Schultze gefundene Thatsache bestätigen kann, dass die tief gelb- bis rothbraune Färbung, welche das Plasma, namentlich das der älteren Kammern, bei den meisten marinen Rhizopoden zeigt, durch Behandlung mit Alkohol gewöhnlich in eine grüne verwandelt wird. Nur bei der untersuchten Textularia erinnere ich mich sicher, dass die Braunfärbung auch nach der Alkoholbehandlung persistirte. Es muss künftigen Untersuchungen überlassen bleiben zu entscheiden, ob diese Farbenänderung auch bei anderen Formen auf der Gegenwart parasitischer Zellen beruht, welche ja sicherlich weiter verbreitet sind, als bis jetzt festgestellt wurde. Direkt nothwendig scheint mir dies nicht, da ja der Farbstoff der die gewöhnlichste Nahrung bildenden Bacillariaceen auch in das Plasma übergehen kann und ich mich von der Gegenwart eines braunen, sehr schwer entfernbaren Fettes im Plasma der Miliolinen und anderer mariner Rhizopoden überzeugt habe. Dazu gesellt sich dann ferner, dass ich bestimmt versichern kann, dass in dem Plasma der von mir eingehender untersuchten Calcarina keine parasitischen Zellen und keine Spur von Stärke vorkommt. Es finden sich darin zahlreiche stark lichtbrechende Körperchen (Taf. VI Fig. 10*b*), die sich mit Jod nicht färben und der Einwirkung von koncentrirter Schwefelsäure widerstehen.

D. Anderweitige Miethbewohner im Plasma des Orbitolites.

Außer den schon beschriebenen parasitischen Zellen finden sich im Plasma der untersuchten Orbitoliten, wenn gleich in viel geringerer Häufigkeit, so doch gewöhnlich, noch Gebilde, welche den Charakter einzelliger Algen viel deutlicher zeigen. Auch diese wurden schon 1862 von Carpenter beobachtet und abgebildet (l. c. Taf. VI Fig. 2). Damals führte er sie noch unter dem der Fortpflanzung gewidmeten Abschnitt auf und verglich sie mit den dunkeln Kugeln, welche M. Schultze aus abgestorbenen Rotalinen beschrieben hatte. Dieser Vergleich ist ohne Zweifel unzutreffend. 1879 fand dann Moseley[1], dass sich mittels Alkohol ein grüner Farbstoff aus dem Plasma großer

[1] Notes of a naturalist on the »Challenger«. London 1879. pag. 292—293.

Orbitoliten von Tonga-Tabu ausziehen lasse und dass derselbe wahrscheinlich von zahlreichen kleinen Zellen herrühre, welche mit den von Carpenter beschriebenen Fortpflanzungszellen identisch seien. Er glaubt diese Zellen als parasitische einzellige Algen beanspruchen zu dürfen.

Es muss natürlich vorerst ungewiss bleiben, ob der von Moseley ausgezogene Farbstoff nur von den jetzt noch zu schildernden Algen herrührt oder ob er nicht vielmehr hauptsächlich auf Rechnung der schon besprochenen parasitischen Zellen zu setzen ist. Jedenfalls scheint mir sicher, dass Moseley in seiner Mittheilung die jetzt zu betrachtenden größeren Gebilde gemeint hat.

1883 (l. s. c.) kam denn auch Carpenter zu der Überzeugung, dass die fraglichen Gebilde wohl vegetabilische Zellen seien. Dies lässt sich nun aus ihrer Bildung unschwer entnehmen. Die entwickelten Formen (Taf. VI Fig. 2*c*) haben eine meist kuglige Gestalt und eine mehr oder minder dicke, stets jedoch sehr deutliche Membran, über deren chemische Natur ich mich leider zu unterrichten vergaß. Ich zweifle jedoch mit Carpenter nicht, dass sie aus Cellulose besteht. Man trifft Formen, deren Membran noch sehr dünn ist und alle weiteren Stadien successiver Verdickung der Hülle, deren Stärke endlich bis ein Drittel des Radius des Plasmakörpers erreichen kann. Die dickeren Hüllen zeigen stets eine deutliche concentrische Schichtung (Taf. VI Fig. 2*b*) und eine recht intensiv braune bis rothbraune Färbung. Carpenter bemerkt nun, dass diese Zellen auch bei den längere Zeit in Alkohol conservirten Orbitoliten ein tief rothes »Endochrom« enthielten. Ich habe Derartiges nie gesehen und möchte daher fast vermuthen, dass Carpenter die Färbung der Hülle, deren er nicht gedenkt, irrthümlicherweise dem Inhalt zuschrieb, was dann auch die abweichende Angabe Moseley's erklären würde, welcher, wie oben bemerkt, die Zellen im lebenden Zustand grün gefunden haben will. Der plasmatische Inhalt ist bei den entwickelten Algen stets ganz dicht mit glänzenden ziemlich ansehnlichen Körnern erfüllt, welche sich leicht als Stärke ausweisen. Außerdem lässt sich im Centrum ein mäßig großer netzig-feinkörniger Kern, der sich intensiv färbt, leicht nachweisen.

Auch die Vermehrungsweise dieser Zellen, welche leicht festzustellen ist, spricht für ihre pflanzliche Natur. Wie nämlich Carpenter schon 1862 beobachtete, vermehren sie sich durch Zweitheilung. Dieselbe geschieht innerhalb der Hülle und bilden die Tochterzellen sofort neue Hüllen (Fig. 2*a*), die theils zur Verstärkung der Mutter-

hülle verwendet werden, theils zu einer Scheidewand zwischen den neu entstandenen Tochterzellen werden. In dieser Weise können sich dann durch fortgesetzte Theilung ganze Gruppen zusammenhängender Zellen entwickeln, wie Fig. 2 *b* zeigt.

Auch über die allmähliche Entwicklung der Zellen ließ sich Einiges ermitteln. Nicht selten findet man nämlich auch kleinere, nach ihrem ganzen Bau hierher gehörige Gebilde mit sehr zarter, jedenfalls erst wenig entwickelter Hülle und an diese reihen sich endlich noch kleinere an, welche noch nackt sind und deren Kern relativ viel größer ist. Bei diesen kleineren Zellen finden sich denn auch die Stärkekörner viel spärlicher oder fehlen zum Theil ganz. Mit der Auffassung letzterwähnter Formen als jugendlicherer Parasiten harmonirt schließlich auch die Thatsache, dass dieselben namentlich in den peripherischen Kammern zu finden sind. Ich möchte daher annehmen, dass die parasitischen Algen als kleine Zellen, vielleicht als Zoosporen, durch die Marginalporen des Orbitolites eindringen und erst im Plasma des Rhizopoden so ansehnlich heranwachsen. Schon Carpenter hobhervor, dass der Durchmesser der erwachsenen Zellen viel zu groß ist, um ihnen den Eintritt durch die Marginalporen zu gestatten.

Im Plasma der untersuchten Orbitoliten fanden sich endlich mehr oder weniger reichlich kleine Bacillariaceen (Taf. VII Fig. 3*d*), welche man anfänglich für aufgenommene Nahrung zu halten geneigt sein wird, die jedoch bei genauerer Untersuchung so wohl erhaltene Weichtheile zeigen, dass diese Ansicht schwerlich haltbar erscheint. Von der Flachseite gesehen, erscheinen sie etwa spindelförmig, von der Schmalseite rechteckig. Auf der Flachseite findet sich eine recht zarte Längsstreifung. Sowohl der plasmatische Inhalt wie der Kern sind sehr wohl erhalten und letzterer färbt sich mit den angewandten Tinktionsmitteln intensiv. Da nun diese Bacillariaceen sich namentlich in den inneren Kammern reichlich finden, also jedenfalls relativ frühzeitig ins Plasma der Orbitoliten eingedrungen sein müssen, scheint mir keine andere Deutung zulässig, als dass sie, ähnlich wie die zuvor beschriebenen Algenzellen, im Plasma weiter vegetirten, demnach gleichfalls als symbiotische, oder wenn man lieber will, als parasitische Genossen in den Orbitoliten hausen.

Schon im Jahre 1877 erwähnte Carter[1] das Vorkommen para-

[1] Ann. and magaz. nat. hist. 4 s. Vol. XIX. pag. 214. In meinem Buch

sitischer Bacillariaceen in dem Plasma der Orbitoliten. Er hatte dieselben früher irrthümlich als Embryonen in Anspruch genommen und sich erst nachträglich von ihrer wahren Natur überzeugt. Sowohl die kurze Beschreibung der Gestaltsverhältnisse wie die Größenangaben machen es mir sehr wahrscheinlich, dass die von mir beobachteten mit denen Carter's identisch sind. Letzterer giebt für dieselben eine ungefähre Länge von 0,014 mm an, während ich die größten meist etwas länger, bis 0,022 und mehr, fand. Carter stellt sie zu dem Genus Cocconeis und mag damit wohl das Richtige getroffen haben.

Heidelberg, den 16. Februar 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1 bis 3. Von Peneroplis pertusus Forsk. aus dem Mittelmeer. Fig. 1 und 2 (Vergr. 145) entkalkte Exemplare mit gefärbten Kernen. Auf Fig. 2 ist an einer der Kammern die dichte Erfüllung des Plasmas mit parasitischen Zellen angedeutet. Fig. 3 zeigt die Embryonalkammer mit der darauf folgenden ersten Kammer eines dritten Exemplares; *n* der Kern, welcher in dem Verbindungsgang zwischen den beiden Kammern liegt.

Fig. 4. Peneroplis planatus F. u. M. sp. aus der Südsee. (Vergr. 330.) Entkalktes Exemplar mit zahlreichen Kernen. Die fasrige Struktur des Plasmas in den Verbindungsgängen zwischen den Kammern ist recht deutlich.

Fig. 5. Lagena elegans Gruber. Mittelmeer. (Vergr. 1600.) Kleiner, randlicher Theil eines entkalkten Exemplares mit dem Kern und dem deutlich feinnetzigen Plasma.

Fig. 6. Calcarina Spengleri Gmel. aus der Südsee. (Vergr. 54.) Entkalktes Exemplar mit einem einzigen Kern. Die bei der Entkalkung recht gut erhaltene Plasmaerfüllung des Kanalsystems ist nicht eingezeichnet, um die Abbildung nicht zu komplicirt zu machen.

Fig. 7 *a* bis *e* und 8. Von Amphistegina Lessonii d'Orb. aus der Südsee. Fig. 7 *a* (Vergr. 120) Plasmaerfüllung einer ziemlich großen Kammer mit zahlreichen lebhaft tingirten, kleinen Gebilden, die höchst wahrscheinlich als Kerne betrachtet werden müssen. Daneben im

---

über die Protozoen ist das betreffende Citat auf pag. 140 leider falsch angegeben.

Plasma noch zahlreiche Diatomeenschalen (*d*) und Bruchstücke von Spongiennadeln so wie einige nicht weiter bestimmbare Fremdkörper. Fig. 7 *b* bis *d*. Einige der kleinen Kerne bei stärkerer Vergrößerung; ihr Bau ist recht deutlich netzig. Fig. 8. Großer deutlicher Kern aus einer der älteren Kammern derselben Amphistegina, dessen Bau unregelmäßig grobnetzig-körnig ist. Das Plasma ist deutlich feinnetzig. (Vergr. 680.)

Fig. 9. Kleiner Theil des Plasmas einer Opalina Ranarum mit einigen Kernen. Das Plasma erscheint auf das deutlichste netzig, eben so wie die kleinen Kerne, welche mit Boraxkarmin gefärbt waren. Konservirung mittels Chrom-Osmiumsäure.

Fig. 10 *a* bis *b*. Fig. 10 *a* Plasmaerfüllung einer Kammer von Calcarina Spengleri bei stärkerer Vergrößerung (390). Die Kammer ist nur zum Theil von Plasma erfüllt, welches in seiner Hauptmasse einen feinnetzigen Bau zeigt. Von der Hauptplasmamasse an der Peripherie der Kammer erstrecken sich Züge fasrig umgeänderten Plasmas zu den Kommunikationsstellen mit den benachbarten Kammern und schwellen zum Theil, nachdem sie in letztere eingetreten sind, knäuelförmig an (*x*). Im Plasma bemerkt man viele stark lichtbrechende Körnchen (*k*) und an gewissen Stellen auch größere tropfenartige, blasse Gebilde (*o*), deren Natur ich nicht erkannte. Das Schalenhäutchen zeigt bei Calcarina in der Mitte der Verbindungskanäle zwischen den Kammern gewöhnlich eine ringförmige, nicht selten recht ansehnliche, braun gefärbte Verdickung, durch welche die Kanäle zwischen den Kammern verengt werden. Auf der Abbildung sind diese Verdickungsringe angedeutet. Fig. 10 *b*. Theil des Plasmas einer Verbindungsröhre zweier Kammern, um die feinere Struktur des fasrigen Plasmas bei sehr starker Vergrößerung zu zeigen.

Fig. 11 *a* bis *b*. Zwei der parasitischen Zellen von Peneroplis pertusus aus dem Mittelmeer nach Isolirung im lebenden Zustand. *a* Amylumkörner, *c* Farbstoffkörner.

Fig. 12. Plasmaerfüllung einer entkalkten Spirillina vivipara Ehrbg. mit Kernen (*n*), Diatomeenschalen und langgestreckten, lebhaft gefärbten Einschlüssen von unbestimmter Natur. Das Plasma ist sehr deutlich netzig.

Fig. 13 *a* bis *b*. Textularia sp. (Vergr. 340.) Entkalkte Exemplare mit gefärbten Kernen. Auf Fig. 13 *b* sind nur die Anfangskammern mit dem Kern gezeichnet.

Fig. 14 bis 16. Drei Kerne verschiedener Individuen von Calcarina Spengleri, bei starker Vergrößerung.

Tafel VII.

Sämmtliche Figuren von Orbitolites complanata Lam. aus der Südsee.

Fig. 1. Kleine Partie eines Horizontalschnittes durch die peripherischen Kammern eines entkalkten Orbitoliten. *n* die zahlreichen kleinen Kerne, *ag* die in diesen Kammern nicht gerade sehr reichlich vorhandenen parasitischen Zellen. Außerdem sind an einer Stelle noch Fragmente von Spongiennadeln im Plasma vorhanden. Vergr. ca. 500.

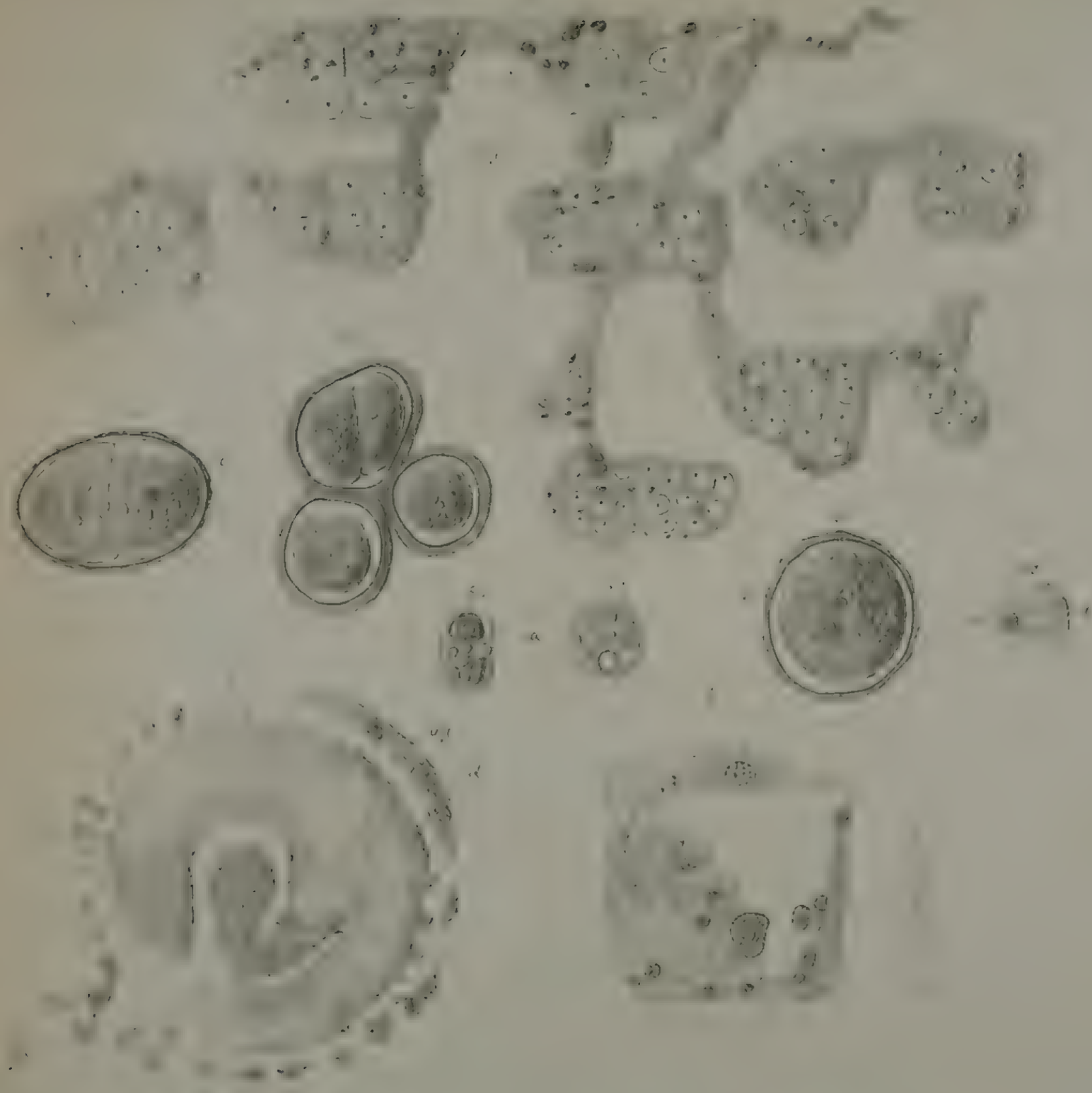


Fig. 2 *a* bis *c*. (Vergr. 460.) Die großen mit dicker Zellhaut versehenen Algen aus dem Plasma des Orbitolites. Fig. 2 *c*, eine einfache derartige Zelle mit noch ziemlich schwach entwickelter Hülle. Fig. 2 *a*, eine Zelle kurz nach der Zweitheilung. Fig. 2 *b*, eine durch fortgesetzte Vermehrung entstandene Gruppe von vier Zellen mit dicker koncentrisch geschichteter Zellhaut.

Fig. 3. Horizontalschnitt durch die Embryonalkammer und die darauf folgende erste, schon cykloid ausgebreitete zweite Kammer eines Orbitoliten. Der darauf folgende erste Cyklus von Kämmerchen ist noch angedeutet. Das Plasma ist ganz dicht erfüllt von parasitischen Zellen (*ag*) und enthält auch parasitische Bacillariaceen (*d*). Die Plasmakerne sind hier nicht angegeben.

Fig. 4. Horizontalschnitt durch die nur theilweise Plasmaerfüllung einer peripherischen Kammer von Orbitolites. Man bemerkt, dass das Plasma auch hier den Netzbau zeigt. Parasitische Zellen finden sich nicht; die zahlreichen Plasmakerne (*n*) besitzen gleichfalls deutlichen Netzbau. Vergr. 1450.

Fig. 5 *a* bis *c*. (Vergr. 1600.) *a* und *b* zwei isolirte parasitische Zellen aus dem Plasma. Der Kern ist nicht sichtbar, dagegen die Amylonkörner sehr deutlich, da die Untersuchung in Glycerin vorgenommen wurde. *c* eine Zelle dieser Art mit gefärbtem Kern (*n*) in Kanadabalsam eingeschlossen, wesshalb die Stärkekörner sehr blass erscheinen.

Über die Bedeutung der Linea semicircularis Douglasii.

Von

Bernhard Solger,
Prosektor und außerordentlichem Professor.

(*Aus dem anatomischen Institut zu Halle a. S.*)

Mit einem Holzschnitt.

Die beiden Blätter der Rectusscheide (Vagina musc. recti abdominis) verhalten sich bekanntlich in so fern ungleich, als das vordere über die ganze Länge des Muskels vom Ursprung bis zum Ansatz sich erstreckt, während das hintere nur einen unvollständigen Überzug desselben darstellt; es fehlt, wie man zu sagen pflegt, im Bereiche des unteren Drittels. In typischen Fällen sieht man ohne Weiteres, dass letzteres etwa in der Mitte des Abstandes zwischen dem Nabel und dem höchsten Punkt der Symphysis ossium pubis mit einem scharf geschnittenen, nach unten konkaven Rande aufhört, den man als Linea semicircularis Douglasii[1] bezeichnet. Man darf sich nun aber nicht vorstellen, dass diese hintere Lamelle der Verbindung mit dem Beckengürtel gänzlich entbehre. Denn die Faserzüge, welche das mediale Segment der Douglas'schen Linie darstellen, fließen entweder mit dem Adminiculum lineae albae zusammen, oder heften sich auch wohl selbständig an den oberen Rand der Schambeinfuge fest, während die Fasern des lateralen Segments »mit den longitudinalen Sehnenbündeln des M. pubo-transversalis« zusam-

[1] Ich habe nicht kontrolliren können, ob wirklich Douglas diese Bezeichnung in die Nomenklatur eingeführt hat. In Hyrtl's Onomatologia anatomica (1880) findet sich nichts hierüber.

menhängen[1]. Aber das sind doch nur indirekte Verbindungen mit dem Os coxae, und wenn man von ihnen absieht, so liegt thatsächlich bei gut ausgeprägter Linea semicircularis nach abwärts von ihr das lockere Gewebe der Fascia transversa der Hinterfläche des Rectus unmittelbar an. Freilich ist der Gegensatz zwischen einer oberen festverwebten Aponeurose und einem unteren, lockeren Bindegewebsblatt durchaus nicht immer so deutlich ausgesprochen. So erwähnt z. B. Luschka[2] ein partielles oder selbst völliges Fehlen der Bogenlinie, welches dadurch zu Stande komme, dass im medialen Abschnitt jenes Randes oder durch die ganze Breite desselben das Sehnengewebe sich in ein lockeres Netzwerk auflöst, das ohne scharfe Grenze in die Fascia transversa übergeht. In solchen Fällen kann man durch seitlichen Zug an dem oberhalb der Spina il. ant. sup. sich ausdehnenden Hauptabschnitt des M. obliquus abd. internus oder transversus oder beider Muskeln gleichzeitig dem Präparanten, der vergeblich sich danach umsieht, wenigstens eine Andeutung des vermissten Randbogens zu Gesicht bringen; denn nun setzt sich die obere gespannte Partie der hinteren Wand der Rectusscheide gegen den unteren schlaff bleibenden Theil derselben ziemlich scharf ab. Wir werden auf dieses Verhalten weiter unten wieder zurückkommen.

Der eigenthümliche Befund der hinteren Wand der Rectusscheide ist in verschiedener Weise gedeutet worden. Der erste Autor, der eine Erklärung desselben gab, war Retzius[3] (1856). Er lässt die Linea semicircularis Douglasii aus der Verschmelzung der hinteren, unvollständigen Wand der Rectusscheide (von der Aponeurose des M. transversus gebildet) einerseits, und der Fascia transversa andererseits entstehen. Das so erzeugte einfache fibröse Blatt schlägt sich nun weiterhin längs der Linea Douglasii sowohl, als seitwärts von derselben nach hinten um, überzieht jenes Stück des Peritoneum, welches zwischen der Linea Douglasii und der Schambeinsymphyse dem hinteren Umfang des geraden Bauchmuskels

---

[1] Vgl Luschka, Die Anatomie d. Menschen. Bd. II. Abth. 1. pag. 117 und 118. — Nach Retzius dagegen verlängern sich die Lineae sem. D. lateralwärts bogenförmig nach unten und setzen sich mit ihren unteren Enden an dem äußeren Rand der Sehnen der geraden Bauchmuskeln fest.

[2] l. c. pag. 118.

[3] Hygiea, Suppl. till. No. 11. 1856 (mir nicht zugänglich). — Hyrtl, Notiz über das Cavum praeperitoneale Retzii in der vorderen Bauchwand des Menschen. in: Sitzungsber. der Wiener Akad. d. W., math.-naturw. Klasse. Band XXIX. 1858. pag. 259—263.

anliegt und verschmilzt schließlich mit der Fascia pelvis. Auf diese Weise entsteht im unteren Bezirk der vorderen Bauchwand ein Hohlraum, das sogenannte »Cavum praeperitoneale«, welcher dazu bestimmt ist, die mit der zunehmenden Füllung nach oben steigende Harnblase aufzunehmen. Die Douglas'sche Linie ist daher »nicht der scharfe Endrand des hinteren Blattes der Aponeurose des queren Bauchmuskels, also keine Linie, sondern der Rand einer Faltungsstelle der hinteren Wand der Scheide des Rectus abdominis«. Für diese von Retzius vorgetragene Lehre nahm alsbald Hyrtl (1858) lebhaft Partei; jede weitere Erörterung über diesen Gegenstand, schreibt er, müsse man von vorn herein für eine »Ilias post Homerum« erklären. Später freilich scheint er nicht mehr so sehr für dieselbe eingenommen gewesen zu sein; denn in seinem »Handbuch der topographischen Anatomie[1]« werden die von Retzius eingeführten Termini: »Cavum praeperitoneale« und »Porta vesicae« (die vordere Zugangsöffnung zu jenem Cavum) als »pittoreske Namen« bezeichnet.

W. Krause (Handbuch d. menschl. Anatomie. Band II. p. 248) erklärt sich offen gegen die von Retzius gegebene Deutung der Douglas'schen Linie, nach welcher dieselbe einen Faltungsrand[2] der Fascia transversa (und der Aponeurosis m. transversi) darstelle; sie verdanke ihre Entstehung vielmehr dem Umstand, »dass die Sehnenfasern des M. transversus abdominis so wie der untere Theil derjenigen des M. obliquus int. abd. von dieser Linie nach abwärts gerechnet ausschließlich in das vordere Blatt der Fascia recti übergehen«. Demselben Autor zufolge kommt auch der Annahme von Retzius, dass die Harnblase bei starker Füllung in das sogenannte Cavum praeperitoneale hinaufsteige, nur eine sehr beschränkte Geltung zu. Sie kann »höchstens für pathologische Infiltration (?) oder für frühe Entwicklungsstadien Anspruch auf theilweise Gültigkeit erheben, da in der That die Harnblase des Neugeborenen ganz und gar oberhalb der Schambeinäste gelegen und vorn vom Peritoneum unbedeckt ist. Beim Erwachsenen werden im Zustand starker Füllung nur 3—6 cm ihrer Vorderfläche oberhalb des Ligamentum arcuatum superius nicht vom Peritoneum bedeckt, während der Abstand der Linea semicircularis vom Schambeinrand etwa 12 cm beträgt«.

---

[1] l. c., 6. Aufl. Band I. pag. 686.

[2] Schon D'Alton hat (1850) die Bezeichnung Plica sem. Dougl.

Zwischen den von Retzius-Hyrtl und von Krause geäußerten Meinungen hält die von Gegenbaur[1] vertretene Ansicht die Mitte. Er betont nachdrücklich das frühere Verhalten der Harnblase, die beim Neugeborenen z. B. »in gewissem Sinn noch in der vorderen Bauchwand« liege, und erblickt hierin das ursächliche Moment für das Zustandekommen des in Rede stehenden Randbogens. Freilich erfährt nach ihm jene Grenzlinie erst später eine schärfere Ausprägung und dann erst treten »Beziehungen derselben zu den Vasa epigastrica hervor, welche unter ihr zum M. rectus sich verzweigen, so dass es den Anschein hat, als ob die ganze Einrichtung „zu Gunsten dieser Gefäße" bestünde (Henle)«[2].

Die Erwähnung Henle's in der Schlussbemerkung des Citats aus Gegenbaur's Buch führt uns zu einem zweiten Erklärungsversuch über, der von dem erstgenannten Anatomen ausgegangen ist. Retzius' Darlegung hatte eben keineswegs auf Alle so überzeugend gewirkt, wie auf Hyrtl. Schon von Luschka werden gewichtige Einwürfe dagegen erhoben. Er verweist einmal auf den »leicht zu konstatirenden Wechsel im Verhalten des unteren Endes jener Aponeurose«, des hinteren Blattes der Rectusscheide, und macht als von wesentlicher Bedeutung den Umstand geltend, »dass die Recti bis an ihre untere Grenze durch ein wenn auch immer schmaler werdendes Septum geschieden sind, so dass also zwei durch eine mediale Scheidewand getrennte Cava angenommen werden müssten, was nicht wohl mit den bekannten Form- und Lagerungsverhältnissen der sich füllenden Blase vereinbar ist«[3]. Zu dem nach unten »schmaler werdenden Septum« tritt übrigens, wie ich bemerken möchte, von hinten her die dreieckige Platte des Adminiculum lineae albae (vgl. Henle's Fig. 21 der Muskellehre, II. Auflage oder Krause's Fig. 121 in dessen Handbuch, Band II), wodurch die unteren, medialen Winkel der beiden Cava, von denen Luschka spricht, abgerundet werden. Die Inkongruenz der Form derselben in Vergleich zu der Konfiguration der sich füllenden Blase tritt dadurch nur um so deutlicher hervor. Derartige Erwägungen bestimmten also Luschka, sich der von Henle vertretenen Ansicht anzuschließen, nach welcher, wie schon oben angedeutet, die Douglas'sche Linie den Rand einer Pforte vorstellt, die zu Gunsten der Vasa epigastrica angelegt oder vielmehr durch die-

[1] Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1883. pag. 369.
[2] Vgl. Henle, Muskellehre. (II. Aufl.) pag. 71.
[3] l. c. pag. 118.

selben bedingt ist. Sehnenbogen oder Arcus tendinei, die mit ihrer Wölbung Durchlasspforten für Blutgefäße herstellen, sind ja eine weitverbreitete Einrichtung. Freilich pflegt an solchen Lücken kaum mehr Raum übrig zu bleiben, als für die betreffende Arterie und ihre Begleitvenen erforderlich ist. Anders hier, wo nicht nur die Höhe, sondern auch die Breite des Bogens zu den hindurchtretenden Blutgefäßen in so augenfälligem Missverhältnis steht. Luschka scheint diesen Mangel der Henle'schen Erklärung auch sehr wohl gefühlt zu haben, doch hilft er sich über seine Bedenken mit der durch keine einzige ontogenetische oder phylogenetische Thatsache zu stützenden Annahme hinweg, »dass die Dickenzunahme der Art. epigastrica und der sie begleitenden Venen mit dem Wachsthum des Bauches in die Breite nicht gleichen Schritt« habe halten können.

Aus der obigen Erörterung wird, wie ich glaube, zur Genüge hervorgehen, dass weder die von Henle, noch die von Retzius ausgegangene Erklärung eine befriedigende genannt werden kann. Was dann noch die von Gegenbaur vorgetragene Modifikation der Retzius'schen Lehre anlangt, so würde man auch hiernach eine andere Form jenes Ausschnittes erwarten müssen, nämlich einen einzigen Spitz- oder Rundbogen. Es erscheint daher angezeigt, statt der Vasa epigastrica und der Harnblase einen anderen Faktor zur Erklärung herbeizuziehen, und einen solchen sehe ich in der Muskelwirkung der Bauchpresse. Bekanntlich treten hierbei kurz nach einander die Inspirations- und die Exspirationsmuskeln in Thätigkeit. Für unseren Zweck genügt hier die Berücksichtigung des Diaphragma einerseits und der Bauchmuskeln andererseits. Zunächst wird also der Thorax in Inspirationsstellung gebracht. Er erweitert sich hierbei, indem die seitlichen Partien des Zwerchfells zu schiefen Ebenen sich abflachen (vgl. Henke, Topogr. Anat. Band I. Fig. 26. pag. 209 [1]), einmal in der Richtung von oben nach unten, sodann durch die Bewegung des Sternums und der Rippen in sagittalen und, worauf es bei unserer Betrachtung am meisten ankommt, frontalen Durchmessern. An der knöchernen Umrahmung der unteren Thoraxapertur ist jene Zunahme des Breitendurchmessers am ausgiebigsten, und so kommt es, dass ein etwa viereckiger Abschnitt der muskulösen Vorderwand des Bauches, der

[1] Ob dies in so symmetrischer Weise geschieht, wird man freilich mit Rücksicht auf die verschiedene Konsistenz der Organe im rechten und im linken Hypochondrium bezweifeln müssen.

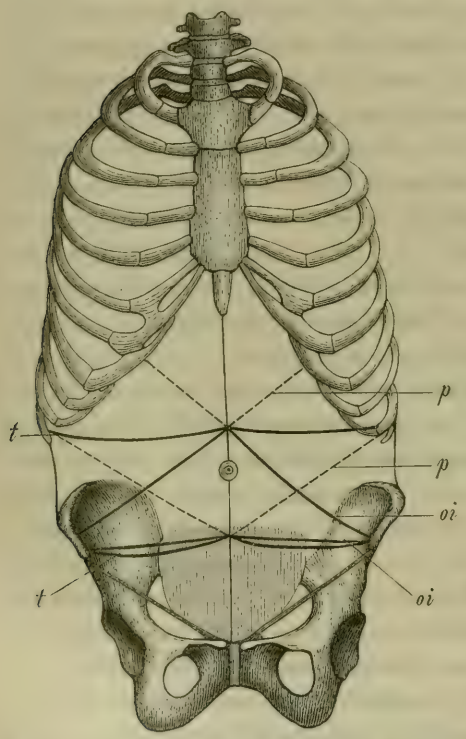
oben und seitlich von den Rippenbogen eingeschlossen wird, und dessen untere seitliche Grenzen durch die Linien *pp* des Holzschnittes angedeutet sind, in passive Spannung versetzt wird. Die Scheitel der lateralen Winkel dieses Rhombus entsprechen dem tiefsten Punkt der Rippenbogen oder, da wir von den Costae fluctuantes hier absehen können, dem tiefsten Punkt der zehnten Rippe; der obere Winkel jenes Feldes fällt mit dem Scrobiculus cordis zusammen, während der untere in das Niveau des medialen Segments der Linea Douglasii reicht. Es werden also die beiden oberen Drittel der Aponeurosen der breiten Bauchmuskeln, die dem Epigastrium und Mesogastrium angehören, in der angedeuteten Ausdehnung bei der Inspiration passiv gespannt; unter Umständen können diese Sehnenblätter, die in der Linea alba unter Kreuzung ihrer Fasern fest verwachsen, wohl auch als Hemmungsapparat für eine excessive Erweiterung der unteren Thoraxapertur fungiren.

An jene einleitende Bewegung muss sich nun, wenn die Bauchpresse in Aktion treten soll, bei geschlossener Glottis eine kräftige Kontraktion der Exspirationsmuskeln anschließen. Die Rippen werden nach abwärts gezogen, die Eingeweide folgen diesem Zuge und unter dem Andrängen derselben wölben sich die Bauchdecken nach vorn.

An den beiden inneren Muskelplatten der Bauchwand, dem Obliquus internus und dem Transversus, die ja allein an der Bildung des hinteren Blattes der Rectusscheide betheiligt sind, lassen sich nun zwei an Ausdehnung sehr ungleiche Bezirke unterscheiden, ein oberer, sehr ausgedehnter Abschnitt, und ein unteres kleineres Feld. Der obere Bezirk, der von dem Scrobiculus cordis bis zur Verbindungslinie beider Spinae il. antt. supp. sich erstreckt, umfasst diejenigen Muskelfasern des Obliquus internus, welche von Skeletpunkten (Crista oss. il. und unter Umständen Querfortsätze einiger Lendenwirbel) entspringen und an solchen (untere Rippen) oder in der Linea alba endigen (in der Figur durch die Linien *oi* angedeutet). Wirken beide Muskeln[1] zusammen, wie es bei der Aktion der Bauchpresse der Fall ist, so weicht natürlich die weiße Bauchlinie weder

[1] Nach Henke (Topogr. Anat. I. pag. 287) erscheint es »sehr fraglich, ob und wie viel disponible Nachgiebigkeit oder Kontrahirbarkeit dieser Muskeln (Obliqui und Rectus) übrig bleibt, um sich bei der Variirung des Druckes auf den Inhalt der Bauchhöhle, bei der Bauchpresse oder bei der abdominellen Respirationsbewegung, zusammenwirkend oder alternirend zu betheiligen, oder ob es nicht vielleicht allein der Transversus ist, der dies thut«.

nach rechts, noch nach links von der Medianebene ab; eine Folge des Andrängens der Eingeweide ist es, wenn sie nach vorn hervorgewölbt wird. Im Bereich des Transversus (*tt*) fallen gleichfalls diejenigen Muskelbündel in das Gebiet jenes oberen Bezirkes, welche von Skeletpunkten (sechs untere Rippen, Querfortsätze der Lendenwirbel und Darmbeinkamm) herkommen. Ihre Endigung finden sämmtliche Fasern in der Linea alba. Es handelt sich also hier durchweg um Muskelzüge, die von relativ unbeweglichen oder nur wenig nachgiebigen Punkten des Skelets entspringen und entweder an solchen endigen oder in der Linea alba, die durch den Zug der Muskeln beider Körperhälften auf Bewegungen innerhalb der Medianebene beschränkt ist, ihre Insertion finden. Dass solche Muskelpartien durch ihre Befestigung am geeignetsten sind, auf den Bauchinhalt einen kräftigen Druck auszuüben, liegt auf der Hand.



Mit Benutzung von Fig. 37 und 131 in Pansch' Grundriss.

Die Muskelbündel des unteren weit weniger ausgedehnten Abschnitts verhalten sich bezüglich ihres Ursprungs anders: sie kommen vom Poupart'schen Bande[1], also von einem Punctum mobile, das von den Fasern des äußeren schiefen Bauchmuskels sowohl, wie von den dort entspringenden Bündeln des Obliquus internus und transversus erst gespannt werden muss, ehe die Fasern der zuletzt ge-

[1] Nach H. Meyer (Lehrb. d. Anat. 3. Aufl. pag. 201 und 205) von einem »starken rundlichen Sehnenstrang«, welcher »in der Richtung des sogenannten Ligamentum Pouparti nach innen hinabläuft«.

nannten Muskeln dazu gelangen können, eine resistente Platte darzustellen.

Erwägt man ferner, dass den von dem Poupart'schen Bande kommenden Ursprüngen der beiden inneren Bauchmuskeln nicht nur absolut, sondern auch relativ viel weniger kontraktile Substanz zukommt, als den oberen direkt mit Skelettheilen in Verbindung stehenden Abschnitten, so wird man es begreiflich finden, dass der zuerst genannte Bezirk der Bauchwand bei der Aktion der Bauchpresse am wenigsten aktiv gespannt erscheint. Dieselbe Partie ist es auch, die »sich bei jeder Drucksteigerung in der Bauchhöhle, z. B. bei jedem Hustenstoße, deutlich besonders[1]« hervorwölbt.

Fassen wir nun die Grenze beider Abschnitte ins Auge, so sehen wir, dass sie mit der Linea Douglasii, deren laterales Segment konstant gegen die Spina il. ant. sup. hinweist, zusammenfällt. Man vergleiche u. A. die Figuren 205 von Pansch (Grundriss) und 121 von Krause (Handbuch), in denen dieses Verhalten naturgetreu wiedergegeben ist. Erwägen wir ferner, dass Druck und Zugkräfte nicht nur die Volumsentfaltung knöcherner Theile und die Architektur derselben beherrschen, sondern in gleicher Weise, wie His[2] wohl zuerst klar ausgesprochen hat, ihren Einfluss auch bindegewebigen oder fibrösen Gebilden gegenüber äußern, so wird uns die Linea semicircularis Douglasii als die mehr oder weniger scharf ausgesprochene Grenze erscheinen müssen, bis zu welcher die Aponeurose des Transversus und das hintere Blatt der Aponeurose des Obliquus internus in energische, aktive (bei der Kontraktion der Muskeln) und passive (bei der Inspiration) Spannung versetzt werden kann. Mit dieser Deutung stimmt auch die von Gegenbaur erwähnte Thatsache vortrefflich überein, dass diese Grenzlinie, welche die beiden oberen Bauchgegenden von dem Hypogastrium scheidet, »erst später« nach der

---

[1] Henke, l. c. pag. 288.

[2] His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. 1868. pag. 202: »Es entsteht — überall da, wo die Bindesubstanz einer dauernden, oder oft wiederholten Zugwirkung ausgesetzt ist, ein fibröses Band, oder eine Sehne, deren Faserrichtung mit der Zugrichtung zusammenfällt. Wo eine Bindegewebsschicht anhaltenden, oder oft wiederholten gleichgerichteten Druck erfährt, da bildet sich eine fibröse Platte von geschichtetem Bau mit einer in der Regel gekreuzten Faserung, deren Fasern in Ebenen senkrecht zur Druckrichtung verlaufen«. Vgl. auch His, Unsere Körperform. 1874. pag. 128.

Geburt ihre »schärfere Ausprägung« erhält; denn die Ausbildung einer Druck- und Zugarchitektur hat eben das wiederholte Angreifen solcher Kräfte zur Voraussetzung. Bei ungewöhnlich starker und länger dauernder Spannung der Wandung des Hypogastrium rückt die Linea Douglasii, wie dies bei Mehrgebärenden häufig beobachtet wird, sogar »so weit herab, dass die Scheide des Rectus auch hinten bis auf die kleine Öffnung zum Durchtritte der Arterie vervollständigt wird«. (Langer, Lehrb. d. Anat. d. Menschen, 1. Aufl. pag. 205 und 206.)

Derselbe Gedankengang findet sich bereits in Henke's[1] Schilderung der Bauchmuskeln innerhalb des von ihm unterschiedenen »Inguinaldreiecks« angedeutet. Dieses Inguinaldreieck fällt freilich nicht mit der Regio hypogastrica zusammen, wie denn Henke überhaupt die allgemein übliche Eintheilung des Abdomens in die bekannten drei Gegenden, welche sich an scharf hervortretende Knochenpunkte hält, völlig verwirft. Die Ausdehnung dieses Dreiecks bestimmt er wie folgt[2]: »Seitwärts von der unteren Hälfte des Rectus, abwärts von der Linie zwischen Rectus und Darmbein, auf welcher das Fleisch des Obliquus externus in seine Aponeurose übergeht, bis hinab zum freien Rande der Bauchdecken, der sich von der Spina anterior superior des Darmbeines zum Tuberculum pubis hinüberspannt, breitet sich ein dreieckiges Stück der Bauchdecken aus, das also mit seiner unteren Seite eben diesen freien Rand der ganzen Bauchdecken in der sogenannten Leistengegend bildet, nach oben zwischen Rectus und Obliquus internus, gegenüber dem Nabel, spitz ausläuft«. In diesem Inguinaldreieck ändert sich nun der Verlauf der Fasern des Obliquus internus und Transversus; es divergiren dieselben »vom vorderen Ende der Darmbeincrista gegen die untere Hälfte des Seitenrandes vom Rectus und schließen zuletzt ganz dicht an der inneren Seite vom Rande der Aponeurose des Obliquus externus an. Die Folge ist, dass das Fleisch beider Muskeln hier hinter der starken Aponeurose sehr schwach wird, auch nur noch eine schwache Aponeurose liefert und dass diese sich der des Obliquus externus mehr und mehr ganz anschließt. Daher wird nun hiermit die hintere Wand der Scheide des Rectus sehr dünn und hört zuletzt ganz auf, ohne an das Schambein anzuschließen.

[1] l. c. pag. 290.
[2] l. c. pag. 287.

Aber durch Betheiligung an der Bildung der vorderen Wand der Scheide in Verbindung mit der Aponeurose des Obliquus externus hängen dort auch internus und Transversus etwas mit dem unteren Ende der Linea alba an der Symphyse zusammen«. Die Bedeutung des Unterschiedes, ob die Muskelfasern von Skeletpunkten oder von einem Sehnenbogen kommen, gelangt in HENKE's Erörterung nicht zur Geltung; auch die passive und aktive Spannung des von den Darmbeinstacheln nach aufwärts gelegenen Bezirkes der beiden inneren Muskeln wird zur Erklärung nicht herbeigezogen.

Die Berechtigung, am Obliquus internus[1] eine Trennung in zwei funktionell nicht ganz gleichwerthige Abschnitte vorzunehmen, scheint mir auch aus der einige Male von mir gemachten Beobachtung hervorzugehen, dass die von Knochenpunkten kommenden Muskelursprünge durch eine medianwärts sich verbreiternde Spalte von den unteren, vom Poupart'schen Bande kommenden Zügen sich absetzten, so dass im Grunde dieser dreieckigen Kontinuitätsunterbrechung die den Transversus überziehende Bindegewebsplatte unmittelbar zu Tage lag.

Halle a. S., Januar 1885.

---

[1] Für den Transversus mangeln mir eigene Erfahrungen.

Bemerkungen über Apseudes.

Zur Abwehr gegen Prof. Claus.

Von

J. E. V. Boas.

Mit zwei Holzschnitten.

In meiner vor etwa zwei Jahren in diesem Jahrbuch (Bd. VIII) publicirten Abhandlung über die Verwandtschaftsbeziehungen der Malakostraken habe ich von der für meine damalige Aufgabe sehr wichtigen Tanaidengattung Apseudes verschiedene Mittheilungen gegeben, welche namentlich den Gliedmaßenbau derselben näher aufklärte.

Ich war bisher der Meinung, dass ich die Kenntnis der Gattung damit nicht unwesentlich gefördert hätte. Obgleich es — meiner Aufgabe gemäß — mir fern lag eine monographische Beschreibung der Gliedmaßen von Apseudes zu liefern, fand ich dennoch Gelegenheit das Wesentliche des Baues derselben hervorzuheben, und zwar enthielt meine Darstellung in mehreren Punkten Neues und Wichtiges. Die bisher ungenügend bekannten — und zwar nicht uninteressanten — Mandibeln und Maxillen wurden beschrieben und abgebildet; die von G. O. Sars gegebene unrichtige Deutung des Palpus der ersten Maxille wurde korrigirt; es wurde nachgewiesen, dass die beiden Maxillarfüße, welche von Sars und Anderen als an der Basis verwachsen beschrieben wurden, in der That wie bei den echten Isopoden ganz getrennt sind, etc.

Im vorigen Jahre hat nun Prof. Claus das Thema wieder aufgenommen. In einem besonderen Aufsatz (Arb. a. d. Zoolog. Instit.

Wien. Bd. V behandelt der Verfasser die Gliedmaßen und das übrige Hautskelet von Apseudes. Das Wesentliche meiner Angaben über die Gliedmaßen wird in erfreulichster Weise bestätigt: meine Deutung des Palpus der ersten Maxille, meine Angabe, dass die Maxillarfüße getrennt sind etc., werden bestätigt, allerdings meistens ohne dass mein Name dabei genannt wird. Ja, ich habe sogar die Befriedigung zu finden, dass ich anscheinend das Thema einigermaßen erschöpft habe: ein Forscher wie Claus ist nicht im Stande an irgend einem Punkte unserer Kenntnis der Gliedmaßen des Thieres etwas Wesentliches zuzufügen.

Trotzdem erklärt Claus in den geschichtlichen Bemerkungen, welche seinem Artikel vorausgeschickt sind (pag. 3), dass »die Beschreibungen dieses Autors [die meinigen] eben so wenig wie die denselben beigegebenen mangelhaften Abbildungen strengeren Anforderungen genügen dürften«.

Welche Mängel Professor Claus in meinen »Beschreibungen« gefunden hat, erhellt nicht aus seinen speciellen Angaben. Es sei desshalb nur bemerkt, dass meine Arbeit eigentlich keine Beschreibungen s. str. enthält. Es wurden durchgängig nur diejenigen Punkte hervorgehoben, welche für meine damalige Aufgabe von Bedeutung waren: was in dieser Beziehung überflüssig war, wurde der Übersichtlichkeit und Klarheit wegen möglichst vermieden. Hätte ich mir es als Aufgabe gestellt eine Beschreibung von Apseudes zu liefern, wären meine Mittheilungen etwas anders ausgefallen. Dies zur Erklärung, nicht zur Entschuldigung.

Meine Abbildungen sollen mangelhaft sein und strengeren Anforderungen nicht genügen. Es wird späterhin in dem Artikel von ein paar meiner Figuren bemerkt, dass dieselben schematisirt seien[1]: die Mängel der Abbildungen scheinen somit nach Claus im Schematismus zu liegen. Diese Beschuldigung ist aber einfach unwahr; ich habe mich bei erneutem Durchsehen meiner Präparate davon überzeugen können, dass meine Figuren, welche mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet wurden, genau und keineswegs schematisirt sind. Dieselben differiren allerdings öfters in Einzelnheiten nicht wenig von den Figuren des Prof. Claus, so dass, wenn ich dem Beispiele des Verfassers folgen würde, die Reihe jetzt an mir wäre, seine Figuren der Mangelhaftigkeit etc. zu beschuldigen. Die Differenzen sind aber unschwer in anderer Weise zu erklären: Claus hat eine Art von Apseudes (A. Latreillei) untersucht, wäh-

[1] l. c. pag. 10 und 12.

rend ich eine ganz andere und zwar von jener in sehr vielen Punkten abweichende (A. spinosus) zur Untersuchung gehabt habe. So unglaublich es auch erscheint, muss ich annehmen, dass Claus diesen Umstand, — welcher in zwangloser Weise fast sämmtliche Differenzen zwischen seinen Gliedmaßen-Figuren und den meinigen erklärt — gar nicht bemerkt hat. Welches Urtheil aber das Verfahren verdient, auf solcher Basis die Angaben eines jüngeren Forschers in der Weise, wie es Claus gethan hat, zu stempeln, überlasse ich dem Leser zu entscheiden.

Ich gehe jetzt zur Betrachtung der speciellen Bemerkungen Claus' über.

L. c. pag. 12 Anm. sagt Claus von meiner Figur des Scherenfußes von Apseudes, dieselbe sei »abgesehen von ihrem ganz schematischen Charakter, in so fern unrichtig, als sich in derselben ein drittes Glied abgegrenzt findet«. Was den »schematischen Charakter« angeht, kann ich auf meine obigen Bemerkungen verweisen; über das dritte Glied nur ein Wort. Ich habe dasselbe bei wiederholter Untersuchung so gefunden, wie ich in meiner Abhandlung pag. 509 oben angegeben habe: es ist mit dem vierten Glied verschmolzen, eine Grenze zwischen den beiden Gliedern ist jedoch, wenn man ordentlich nachsieht, deutlich wahrnehmbar; es findet sich erstlich eine schwache Andeutung einer Einschnürung zwischen beiden, und wenn der Fuß durchsichtig gemacht worden ist[1], bemerkt man eine sehr feine Linie zwischen denselben an der hinteren Seite des Fußes, wie ich es in meiner Fig. 8 (rechts) angedeutet habe. Der Einwand des Herrn Verfassers ist also auch hier kein zutreffender. Ob übrigens die Verhältnisse bei seiner Art dieselben sind, wage ich natürlich nicht zu entscheiden.

Pag. 5 theilt Claus die wichtige Entdeckung mit, dass die von fast allen Verfassern gemachte Angabe, dass die Augen von Apseudes gestielt seien, unrichtig sei. Verfasser giebt mir dabei die Ehre, sich speciell gegen mich zu wenden: »Offenbar hat es dieser Autor [Boas] für überflüssig erachtet, unsere Tanaide auf die Augen näher anzusehen, da er sich beim ersten Blick von der Unrichtigkeit der verbreiteten Angabe und seiner Bestätigung derselben hätte überzeugen können.«

Es ist menschlich, sich selbst einen groben Irrthum zu Schulden kommen zu lassen: es ist schlimmer einen solchen zu begehen, wenn

[1] Durch Behandlung mit Essigsäure.

der betreffende Punkt schon vorher von einem anderen Verfasser oder sogar von einer ganzen Reihe von Autoren richtig erkannt worden ist; es erscheint aber geradezu bedenklich, wenn man in einem solchen Falle sich findet und dabei noch seine Vorgänger herabzusetzen sucht. In diesem Falle befindet sich leider Prof. Claus.

Das Stielauge — welches ich mir natürlich schon früher genau angesehen habe — ist scharf vom übrigen Kopf abgegrenzt. Wenn man das Thier von oben (mit auffallendem Lichte) betrachtet, präsentirt sich das Stielauge (vgl. die beistehende Figur) als ein zwi-

Fig. 1.

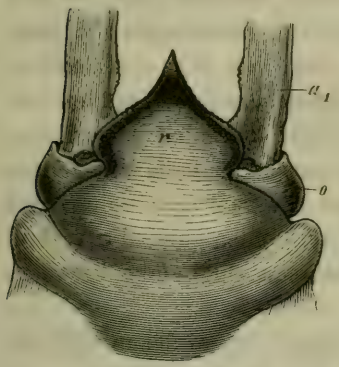


Fig. 2.

Fig. 1. Vorderer Theil des Kopfes von Apseudes spinosus von oben (vergr.).
Fig. 2. Dasselbe, von unten (Mandibeln, Oberlippe etc. weggenommen). *o* Stielauge, a_1 vordere Antenne (Theil des Basalgliedes), a_2 hintere Antenne, *s* Squama (Exopodit) derselben, *r* Rostrum.

schen dem schrägen Vorderrand des Kopfes und dem basalen Theil der vorderen Antenne eingekeiltes dreieckiges Stück: die Vorderseite desselben hat eine kleine Aushöhlung, in welche das Basalglied der vorderen Antenne eingreift. Auch wenn man den Kopf von unten betrachtet, zeigt sich das Stielauge überall deutlich abgegrenzt (vgl. Fig. 2). Meine Angabe (Verwandtschaftsbeziehungen pag. 548), dass die Augenstiele »bei Apseudes sich als selbständige, dem Kopfe eingefügte Gebilde darstellen, wenn sie auch schon nicht mehr beweglich sind«, ist demnach in ihrem ganzen Umfange aufrecht zu halten[1]. Dass die Verhältnisse bei A. Latreillei (der von Claus untersuchten Art) in diesem Punkte sich wesentlich anders als bei der von mir untersuchten Art gestalten sollten, ist kaum wahrscheinlich, obgleich es allerdings fast unbegreiflich erscheint, dass Herr

[1] Diese Angabe soll nach Claus l. c. pag. 6 »eine ganz verfehlte Vorstellung vom Stielauge bekunden«: leider ist mir diese Bemerkung vollkommen unverständlich.

Claus trotz der einstimmigen Angaben früherer Autoren einen solchen Irrthum hat begehen können.

Pag. 4 theilt Claus eine andere eben so werthvolle Entdeckung mit. Nachdem er erwähnt hat, dass dasjenige Segment, welches bei anderen Isopoden als erstes Brustsegment erscheint, bei Apseudes mit dem Kopfe verbunden sei, fährt er folgendermaßen fort: »Das nachfolgende Brustsegment ist zwar an seiner Dorsalseite durch eine Querkontur scharf abgesetzt und würde sich somit bei Betrachtung von der Rückenseite als das erste der freien Brustsegmente darstellen, ist dagegen ventralwärts mit dem Integument des Cephalothorax unbeweglich und ohne Abgrenzung verschmolzen, so dass streng genommen nur von 5 frei beweglichen Brustringen die Rede sein kann«. Diese Angabe ist falsch; wie von mir und Anderen angegeben, sind in der That sechs freie Brustringe bei Apseudes vorhanden; der vorderste derselben ist — wie ich mich bei erneuter Untersuchung des großen[1] A. spinosus unschwer habe überzeugen können — sowohl an der dorsalen als an der ventralen Seite durch eine Gelenkhaut mit dem Cephalothorax verbunden, und die Verbindung ist, wie ich durch kleine Manipulationen fand, eine beweg-liche.

Hiermit bin ich mit den Bemerkungen, zu welchen mir der Aufsatz Claus' Anlass gegeben hat, zu Ende[2]. Ich hätte es kaum für nöthig erachtet, wenn es sich um einen geringeren Forscher als Claus gehandelt hätte, jenen eben so tendenziösen als grundlosen Ausstellungen in einem besonderen Artikel entgegenzutreten; der Umstand aber, dass Claus in weiten Kreisen als carcinologische Autorität betrachtet wird, hat mich dazu genöthigt, den wahren Werth seiner »Kritik« darzulegen.

Kopenhagen, 7. Februar 1885.

---

[1] Der von Claus untersuchte A. Latreillei ist nach Sars bedeutend kleiner als A. spinosus.

[2] Früher, als ich mir es gedacht hätte, werde ich dazu gezwungen mich wieder mit Herrn Prof. Claus zu beschäftigen. Nachdem die vorliegenden Bemerkungen schon seit einiger Zeit der Redaktion eingeliefert waren, habe ich mit einem neuen Aufsatz von Claus (Arbeiten etc. Bd. 6) Bekanntschaft gemacht, in welchem eine ganze Reihe von Angriffen gegen meine carcinologischen Arbeiten gemacht worden sind. Ich hoffe nächstens dazu zu kommen auch diese Arbeit, welche sich würdig dem Apseudes-Artikel Claus' anreiht, ins rechte Licht zu stellen. (Späterer Zusatz.)

Kleinere Mittheilungen.

Das Trapezium der Cameliden.

Von

Dr. G. Baur,
New-Haven, Conn.

Cope[1] sagt über den Carpus von Poëbrotherium, einer Stammform der heutigen Cameliden: »The carpus consists of eight bones, the entire mammalian number, all entirely distinct. The second series presents the most important pecularities. The trapezium is small and posterior; the trapezoides has an almost entirely lateral presentation, and is also small, and fits an angle of the magnum.« — »There are two principal and two rudimental metacarpals. — The second and fifth are very short and wedge-shaped, and closely adherent in shallow fossae of the third and fifth respectively.«

Es ist ganz allgemein angenommen, dass die lebenden Cameliden kein Trapezium besitzen. Dieser allgemeinen Annahme kann ich mich nicht anschließen. Ich finde am hinteren Theil des Trapezoids eines erwachsenen Camelus Bactrianus L. eine wohl entwickelte Artikulationsfläche; es ist dieselbe Fläche, welche ich bei verschiedenen Cerviden[2] nachgewiesen habe und welche nur für ein kleines Trapezium bestimmt ist.

Zwischen Poëbrotherium und den heute lebenden Cameliden steht nach Cope[3] das Genus Procamelus. Cope sagt über Procamelus pag. 262:

»In the feet, the approximation to the existing Camelidae is greater than in the dentition. Thus the lateral rudimental metacarpals of Poëbrotherium have disappeared, and with them the trapezoïdes of the carpus.« (Hier liegt offenbar ein Druckfehler vor, indem es statt trapezoïdes — trapezium heißen muss.)

---

[1] E. D. Cope, Annual Report of the United States Geol. and Geogr. Survey for 1873. Washington 1874. pag. 499.

[2] G. Baur, Der Carpus der Paarhufer. Dieses Jahrbuch. Bd. IX. 1884. pag. 599—602.

[3] E. D. Cope, The Phylogeny of the Camels. Proc. Ac. Nat. Sc. Philad. 1875. pag. 261—262 und op. cit.

Wenn nun bei einem der heute noch lebenden Cameliden (C. Bactrianus L.) ein Trapezium vorhanden ist (bei C. arabicus konnte ich dasselbe nicht nachweisen), so sollte ein solches auch bei der älteren Form, dem Procamelus, noch nachweisbar sein. Dass dies in der That so ist, scheint mir aus der von Cope[1] gegebenen Abbildung von Procamelus occidentalis (Pl. LXXIX Fig. 3 *a*) hervorzugehen, wo ich am hinteren Theil des Trapezoïds ebenfalls eine Gelenkfläche wahrzunehmen glaube. Es wäre sehr interessant, dies definitiv nachzuweisen.

Die Anwesenheit eines Trapeziums bei den Cameliden belehrt uns, dass dieselben gleich den Cerviden ursprüngliche Formen der Pecoriden darstellen. An einem anderen Orte werde ich näher auf diese Verhältnisse einzugehen haben. Ich zweifle nicht daran, dass uns der Carpus von Embryonen von Cameliden genau die Verhältnisse desjenigen von Poëbrotherium zeigen wird. Es wäre daher sehr interessant, Embryonen auf diese Verhältnisse hin zu untersuchen.

New-Haven, Conn., Yale College Museum, November 1884.

Über das Schulter- und Ellbogengelenk bei Vögeln und Reptilien.

Von

M. Fürbringer.

a. Schultergelenk.

Das Schultergelenk der carinaten Vögel zeigt eine Besonderheit, die so auffallend sie auch ist und so viele Untersucher sich auch mit diesem Gelenk beschäftigt haben, doch, so viel mir bekannt, von keinem Autor notirt wurde. Es ist die histologische Beschaffenheit der von Coracoid und Scapula gebildeten Fossa articularis, die nicht, wie das gewöhnlich bei Gelenkknorpeln der Fall ist, aus hyalinem Knorpel, sondern aus einem Gewebe besteht, das zwischen Bindegewebe und Faserknorpel die Mitte hält und einigermaßen an den histologischen Bau der Menisci oder Annuli fibrocartilaginei erinnert. Mannigfach sich kreuzende und mit einander verfilzte, doch hauptsächlich die Richtung der langen Achse der Gelenkgrube innehaltende, bindegewebige und

[1] E. D. Cope, The extinct vertebrata obtained in New Mexico byparties of the expedition of 1874. Report upon United States Geograph. Surv. West of the one hundredth meridian. Pars IV. Palaeontology. Washington 1877.

elastische Züge wechseln ab mit spärlicheren in Längsstreifen angeordneten Haufen oder Reihen von Knorpelzellen und bilden bei den meisten Carinaten eine oft sehr dicke Belegschicht der Fossa, die aus dem hyalinen Knorpel des embryonalen Gelenkes hervorgeht resp. an seine Stelle tritt und sogar partiell durch reines Fasergewebe ersetzt werden kann. Auf diese Weise entsteht eine äußerst schmiegsame und zugleich feste Bekleidung der Gelenkkonkavität, die sich den mannigfachen Lagen des Humeruskopfes allenthalben anzupassen vermag und zugleich den sehr mächtigen Bewegungen des Humerus, die unter gewöhnlichen Verhältnissen die Gelenkgrube und den Schultergürtel insultiren könnten, sich gewachsen erweist. Damit steht im Zusammenhange die Verbindung der beiden Brustgürtelknochen durch eine hoch entwickelte Symphyse (mitunter mit gelenkähnlichen Konfigurationen der an einander stoßenden überknorpelten Knochenenden von Coracoid und Scapula), die aus der fötalen Synchondrose hervorgeht. Auch der Gelenkkopf des Humerus zeigt eine Belegschicht von Faser- und Netzknorpel, wobei aber die Knorpelzellen mehr in den Vordergrund treten, und erinnert geweblich in mancher Beziehung an den Gelenkknorpel des menschlichen Unterkiefers. Die Gelenkkapsel und ihre accessorischen Apparate bieten hierbei mancherlei besondere Konfigurationen eigenthümliche Ausstülpungen, Entfaltung von fibrocartilaginösen Fortsatzbildungen des Labium scapulare in die Kapsel, partielle Rareficirung des Kapselbandes etc. etc.) dar, auf welche indessen jetzt nicht näher eingegangen werden soll. Hier sei nur das letztere Verhalten kurz hervorgehoben, das mit einer partiellen bis totalen Einlagerung der Sehne des M. supracoracoideus (pectoralis II. s. subclavius der Autoren) und mitunter selbst des M. deltoides minor in die Gelenkhöhle Hand in Hand geht und in dieser Beziehung ähnliche Verhältnisse zum Schultergelenk zeigt, wie die Ursprungssehne des langen Bicepskopfes der Säugethiere.

Bei den erwachsenen Ratiten zeigen die bezüglichen Konfigurationen in der Regel eine Rückbildung, zugleich ist die coraco-scapulare Symphyse durch Nichtgebrauch zur Synostose geworden; doch besitzt die Gelenkgrube und der Gelenkkopf noch im Wesentlichen dieselbe histologische Beschaffenheit wie bei den Carinaten und eben so lässt die etwas verdickte Kapsel die Verhältnisse wie bei jenen, wenn schon in mehr oder minder rudimentärer Form, doch noch erkennen, — ein Verhalten, aus dem, abgesehen von vielen anderen Instanzen, auf eine Ableitung der Ratiten aus carinaten-ähnlichen Formen geschlossen werden kann.

Bei den Reptilien sind die bezüglichen Bildungen nur in nuce angedeutet; auch in den Gelenkknorpeln wiegt das hyaline Element bei Weitem vor und wird nur ganz partiell durch beginnende Faserung in der Zwischensubstanz ersetzt.

b. Ellbogengelenk.

Im Ellbogengelenk der meisten carinaten Vögel ist ein ziemlich komplicirter Mechanismus ausgebildet, der eine Beugung und Streckung des Vorderarms, eine durch den Radius regulirte supinatorische und pronatorische Bewegung von Radius und Ulna in toto, eine Längsverschiebung des Radius gegen die Ulna und endlich eine gegenseitige Annäherung oder Entfernung bei-

der Vorderarmknochen gestattet. Namentlich die Längsverschiebung ist von größerer Bedeutung, indem sie eine Übertragung der Bewegung im Ellbogengelenk auf das Handgelenk ermöglicht, so dass die Streckung resp. Beugung des Vorderarms sich zugleich mit Streckung resp. Beugung der Hand kombinirt. Diese altbekannte, aber wiederholt neu entdeckte Einrichtung, die in erster Linie auf einer besonderen Konfiguration der Trochlea ulnaris und namentlich der Tr. radialis (Eminentia capitata) beruht und das Ellbogengelenk zum Range eines kombinirten Trochoginglymus, Kochloginglymus und einer Olisthesis erhebt, wurde von mehreren Autoren auf das Genaueste beschrieben und gemeinhin als eine Eigenthümlichkeit der Vögel angesehen. Nichtsdestoweniger kommt sie, allerdings in minderer Entfaltung, auch den Reptilien (und in leisen Andeutungen selbst den Amphibien) zu. Bei mehreren Abtheilungen derselben, speciell bei den Krokodilen und Sauriern (incl. Hatteria), zeigt die distale Gelenkfläche des Humerus im Wesentlichen die gleiche, wenn schon schwächer ausgeprägte Konfiguration ihrer Trochleae wie bei den Vögeln, und dasselbe gilt, namentlich bei den Sauriern, von den proximalen Gelenkflächen der beiden Vorderarmknochen. Dem entsprechend kann man auch hier bei der Beugung und Streckung des Vorderarmes eine kombinirte rotatorische Bewegung desselben und eine Verschiebung des Radius gegen die Ulna konstatiren, die indessen, wie es scheint (geeignetes frisches Material lag für die Untersuchung nicht vor), kaum in merkbarerer Weise auf die Bewegung der Hand einwirkt.

Bei Archaeopteryx war der bezügliche Mechanismus annähernd in derselben Vollkommenheit wie bei den Carinaten ausgebildet, was unschwer aus der Lage des Flügelskelettes auf der Berliner Platte erkannt werden kann. Bei den Impennes und den Ratiten ist er in Rückbildung begriffen, und zwar in minderem Grade bei Struthio und Rhea, in höherem bei den übrigen Ratiten (so weit dieselben überhaupt noch ein Ellbogengelenk besitzen), wo zugleich eine Vereinfachung der Gelenkbildung des Humerus zur Ansicht kommt, die auf das Niveau der Bildung bei tieferstehenden Reptilienformen (Chelonier, Anomodonten etc.) zurücksinkt; bei den Impennes sind beide Trochleae scharf ausgeprägt, doch so verändert, dass von einer Bewegungsmöglichkeit, wie bei den Carinaten, keine Rede mehr ist.

Über Deutung und Nomenklatur der Muskulatur des Vogelflügels.

Von

M. Fürbringer.

Zu den am meisten bearbeiteten Gebieten der vergleichenden Myologie gehört die Flugmuskulatur der Vögel, und dem entsprechend ist die Anzahl der hinsichtlich derselben versuchten Deutungen eine ungewöhnlich große; bei einigen Muskeln scheint jede nur denkbare Möglichkeit der Vergleichung erschöpft zu sein. Diese große Discrepanz der Ansichten wäre wohl nie entstanden, wenn man von Anfang an den direkten Anschluss für die Vergleichung nicht bei den Säugethieren, sondern bei den Reptilien gesucht und wenn man die Innervation der Muskulatur mehr berücksichtigt hätte. Bei Beachtung dieser beiden Gesichtspunkte bewegt sich die Vergleichung auf sichereren Bahnen und es fällt nicht schwer, in den namentlich im proximalen Bereiche recht komplicirten Muskelbildungen des Vogelflügels die mehr primitiven, an reptilienartige und namentlich saurierähnliche Formen anknüpfenden Gebilde von den mehr sekundären, für die Vögel charakteristischen Differenzirungen derselben zu unterscheiden.

Diese Differenzirungen der Muskeln der vorderen Extremität beschränken sich indessen nicht bloß auf die Umbildung der am Skelet inserirenden Muskulatur, sondern haben auch zu einer Ausbreitung (Aberration) derselben auf die beiden Flugmembranen (für welche die bequemeren Termini Propatagium und Metapatagium vorgeschlagen seien) und auf die subcutanen Bereiche der Rücken- und Bauchgegend mit ihren Pterylen geführt.

Im Folgenden seien einige Verhältnisse der proximalen Muskulatur des Flügels der Carinaten kurz angedeutet.

Der Cucullaris (Cucullaris + Sternocleidomastoideus) der Reptilien hat sich noch weiter verdünnt und der Halslänge entsprechend verlängert und bildet mit den ihm mehr oder minder innig verbundenen Mm. sphincter colli und cleidohyoideus eine der Haut eng angeschlossene dünne Muskellage, welche von den meisten Autoren als Subcutaneus colli bezeichnet worden ist; der vordere Theil dieses Muskels wird, ähnlich wie bei den Reptilien, von einem oft äußerst feinen, aber niemals vermissten R. externus (posterior) des N. vago-accessorius versorgt. Bei den meisten Vögeln ist dieser Cucullaris in einen Kopftheil und Halstheil gesondert, und nicht selten zeigt er nach hinten gehende Aberrationen, lateralwärts zur vorderen Flughaut (Cucullaris propatagialis) oder dorsalwärts zur Rückengegend (Cucullaris dorso-cutaneus), hierbei zugleich die muskulöse Unterlage für die Spinalflur bildend; der Cuc. dorso-cutaneus kann sich mit einer ähnlichen von hinten ihm entgegenkommenden Aberration des Latissimus dorsi (Latissimus dorso-cutaneus) verbinden und so mit derselben einen langen vom Kopf bis zum Becken erstreckten Muskelzug (Viallane's Fronto-iliacus) darstellen.

Von der Serratus-Gruppe lässt der Serratus superficialis meist eine Differenzirung in drei Muskeln, Serratus superficialis anterior, S. spf. posterior und S. spf. metapatagialis erkennen, deren ursprüngliche Zusammengehörigkeit durch die Art der Innervirung und durch die Vergleichung unzweifelhaft erkannt wird; der erste dieser Muskeln wurde von vielen Autoren als besonderer Serratus anticus minor oder Costo-scapularis, der letzte, der eine Aberrationsbildung des S. spf. posterior zur hinteren Flughaut darstellt, als Tensor membranae (plicae) patagii posterioris alae unterschieden. Der Serratus profundus (Levator scapulae der Autoren) zeigt im Gegensatz zu den Reptilien namentlich bei den Carinaten eine gewisse Vereinfachung, die z. Th. dadurch entstanden ist, dass ein Theil von ihm sich als besonderer Muskel (Rhomboides profundus) differenzirt und abgetrennt hat. Der Rhomboides bietet eine sehr hochgradige Ausbildung dar und wird durch zwei Muskeln, Rhomboides superficialis (von SUNDEVALL richtig gedeutet, Cucullaris der anderen Autoren) und Rh. profundus (Rhomboides der Autoren) repräsentirt; der erstere lässt sich der gleichnamigen Bildung der Krokodile homologisiren, der letztere stellt eine sekundäre Differenzirung des Serratus profundus dar, die bei manchen Vögeln (z. B. mehreren Ratiten) noch keine volle Selbständigkeit gewonnen, bei anderen (z. B. Picidae und Capitonidae) noch weitergehende Sonderungen und Zerfallbildungen erkennen lässt.

Der Sterno-coracoideus entspricht im Wesentlichen der gleichnamigen Bildung bei den Sauriern.

Der Pectoralis (Pectoralis major + P. minor der menschlichen Anatomie) gewinnt im Vergleich zu den Reptilien wieder eine höhere Ausbildung. Sein Hauptheil, Pectoralis thoracicus, entfaltet sich bei den Carinaten meistens zu dem mächtigsten Muskel des Körpers und kann in manchen Fällen einen Zerfall in eine oberflächlichere und tiefere Schicht (die jedoch im Einzelnen nicht dem Pectoralis major und P. minor der Säugethiere zu vergleichen sind) darbieten; oft giebt er eine Aberration an die vordere Flughaut, Pectoralis propatagialis, ab. Die lateralen und distalen Fasern des Pectoralis haben sich bei sehr vielen Vögeln zu einem sehr variabeln bandförmigen Muskel, Pectoralis abdominalis, differenzirt, welcher der Haut angeschlossen und z. Th. der Unterflur als Grundlage dienend, sich bis zur Nähe des Os pubis erstrecken kann; oft ist er in eine vordere und eine hintere Abtheilung zerfallen, die von den meisten Autoren als Brusthautmuskel und Bauchhautmuskel beschrieben worden sind. Nur wenige Autoren haben die nahen Beziehungen des Brusthautmuskels (M. des parures) zum Pectoralis theilweise erkannt; indessen ist namentlich unter Berücksichtigung der Innervation an geeigneten Objekten leicht der Nachweis zu führen, dass beide Abtheilungen zum Pectoralis-System gehören. In einzelnen Fällen kann der P. abdominalis auch eine Aberration der hinteren Flughaut (Pectoralis abdominalis metapatagialis) darbieten.

Der Supracoracoideus der Reptilien hat bei den Carinaten ebenfalls eine hochgradige Entwicklung gewonnen und gehört zu den längsten und kräftigsten Flugmuskeln. Bei guter Ausbildung, hat sich sein Ursprung vom Coracoid aus über die ganze Länge des Sternum ausgebreitet, seine Endsehne ist innige Beziehungen zum Schultergelenk eingegangen; auch steht er meist mit dem Deltoides (Teres) minor in direkter Verbindung. Zwischen seiner Ausbildung und der des Acrocoracoid (Proc. clavicularis der Autoren) bestehen intimere Korrelationen. Die Deutung dieses Muskels hat alle möglichen Phasen

durchgemacht; derselbe ist als Pectoralis medius, P. minor, P. secundus, Deltoides maximus, Subclavius (Retzius, Rolleston, Selenka etc.), Supraspinatus (Alix) etc. etc. gedeutet worden. In Wirklichkeit ist er keiner menschlichen Bildung direkt zu vergleichen, zeigt aber die nächsten Beziehungen zur Suprascapularis-Gruppe (Supra- und Infraspinatus der höheren Säugethiere.

Der Coraco-brachialis resp. die Coraco-brachiales der Reptilien werden durch zwei vollkommen getrennte und bei den Carinaten auch weit entfernte Muskeln, Coraco-brachialis anterior s. externus und Cbr. posterior s. internus, vertreten, eine Differenzirung, die bei den Sauriern nur leise angedeutet, bei den Cheloniern höher ausgebildet ist. Der erstere Muskel wurde von vielen Autoren als Deltoides minor gedeutet, der letztere als Pectoralis III oder mit mehr Recht als Coraco-brachialis longus s. inferior.

Der Biceps brachii zeigt ungemeine Variirungen und nicht selten einen weitgehenden Zerfall. Besondere Bedeutung gewinnt bei vielen Vögeln eine zum Saum der vorderen Flughaut gehende Aberration, Biceps propatagialis, die mitunter als ein ganz selbständiger, frei in dem Propatagium liegender resp. der Randelastik angeschlossener und von dem Biceps brachii entfernter Muskel entfaltet ist und deren Zugehörigkeit zu dem Biceps dann nur durch die Innervation und den Vergleich mit Übergangsformen erkannt wird.

Eine hohe Differenzirung gewinnt das System des Latissimus dorsi und Teres major. Fast immer sind zwei Latissimi dorsi vorhanden, ein L. d. anterior und ein L. d. posterior, von denen der erstere vielleicht aus einem ursprünglichen Teres major, wie er bei vielen Reptilien existirt, hervorgegangen ist, während der letztere den eigentlichen Latissimus dorsi darstellt. Ein eigentlicher von der Scapula kommender Teres major wurde nur bei Rhea gefunden. Zu diesen Muskeln kommen bei vielen Vögeln noch Aberrationen, entweder schräg nach vorn und ventralwärts zur hinteren Flughaut (Latissimus dorsi metapatagialis) oder direkt nach vorn neben der Rückenkante zum Ende des Halses (Latissimus dorsi dorso-cutaneus), deren Zugehörigkeit zum Latissimus-System vor Allem durch die Innervation sicher erkannt wird. Die letztere Aberration liegt direkt unter der Haut, dient der Spinalflur als Unterlage und kann mitunter mit dem Cucullaris dorso-cutaneus (s. oben) zu einem langen Muskelzug verbunden sein. Bei einigen Vögeln (bes. Galli) existiren beide Aberrationen des Latissimus neben einander.

Noch höher ist die Entwicklung, die das Deltoides-System gewinnt. Den Mittelpukt und meist auch den kräftigsten Vertreter desselben bildet der Deltoides major, der bei mächtigerer Entfaltung zur Schulterkapsel und deren Sehnenbildungen Cartilago humero-capsularis und Os humero-capsulare) innige Beziehungen eingeht und sich fast bis zum Ende des Humerus in einzelnen Fällen sogar darüber hinaus) erstrecken kann. Von seiner oberflächlicheren Lage oder seinem vorderen Theile hat sich der Deltoides propatagialis abgelöst und äußerst mannigfaltige Beziehungen zur vorderen Flughaut und mittelbar zum M. extensor metacarpi radialis gewonnen; nirgends so gut wie hier lässt sich die Ausbildung von hoch differenzirten Sehnen durch Muskelzug auf ursprünglich indifferente Membranen in allen Übergängen nachweisen. Mitunter zeigt dieser Muskel eine Sonderung in einen Deltoides propat. longus und D. propat. brevis. Endlich gehört zur Deltoides-Gruppe der tiefer liegende und dem Supracoracoideus meist mehr oder minder innig angeschlossene Deltoides teres minor, der bei vielen Gruppen sich

weit ventralwärts ausbreiten und so vom Supracoracoideus bedeckt längs des Coracoid bis zum Sternum sich erstrecken kann; dieser ventrale Theil wurde bald als Pectoralis III, bald als Supraspinatus gedeutet, gehört aber, wie der Verlauf seines Nerven lehrt, unzweifelhaft zum Deltoides-System.

Die Subscapularis-Gruppe im weiteren Sinne setzt sich aus den Scapulo-humerales und dem Subcoracoscapularis zusammen. Die Scapulo-humerales sind meist durch zwei Muskeln vertreten, den kleinen, mitunter fehlenden Scapulo-humeralis anterior und den meist sehr ansehnlichen Scapulo-humeralis posterior; letzterer ist von der Mehrzahl der Autoren dem Teres major homologisirt worden, hat aber nur entfernte Analogien zu ihm. Der Subcoracoscapularis setzt sich ähnlich wie bei den Sauriern aus drei Theilen (Köpfen), Pars coracoidea, P. scapularis interna und P. scapularis externa zusammen, die in ihrem Detail große Mannigfaltigkeit darbieten und in ihrem Ursprunge auch auf die Clavicula und das Sternum übergreifen können. Der coracoidale Kopf wurde bereits von WIEDEMANN als zum Subscapularis gehörend erkannt; viele neuere Autoren haben ihn (nicht mit Glück) als Coracobrachialis brevis s. superior gedeutet.

Der Anconaeus der Vögel ist aus einer Zwischenform zwischen Sauriern und Krokodilen ableitbar: mit ersteren hat er die Existenz des coracoidalen, mit letzteren das Verhalten des scapularen Kopfes gemein; die humeralen Köpfe zeigen bald eine größere Koncentration, bald eine höhere Specialisirung. Das Caput scapulare (Anconaeus scapularis) entspringt sehr mannigfach von der Scapula und auch oft von der Clavicula; mitunter (Impennes) kann auf diese Weise ein besonderes Caput claviculare zur Ausbildung kommen. Mehrfache scapulare und humerale Ankerungen geben dem Muskel ein besonderes Gepräge, stehen aber auch nicht ganz unvermittelt da. Das Caput coracoideum (Anconaeus coracoideus) ist im Vergleich zu der Bildung bei den Sauriern außerordentlich reducirt und stellt eine in der Brusthöhle auf sehr mannigfache Weise entstehende, meist aber von einem mitunter recht umgebildeten Lig. sterno-coracoscapulare internum ausgehende schlanke Sehne dar, die im Metapatagium resp. zwischen Haut und Anconaeus humeralis verläuft und im distalen Bereiche des Oberarms in einen bei Schwimm- und Sumpfvögeln, so wie Accipitres noch nachweisbaren, meist aber sehr zarten (oft nur aus wenigen Muskelfasern bestehenden, mitunter [z. B. bei Pelecanus] auch einen leidlich dicken) Muskelbauch übergeht, der von einem feinen Zweig des N. anconaeus versorgt wird und an der Ulna inserirt. Bei der Mehrzahl der Vögel ist dieser Muskelbauch vollkommen reducirt. Die Sehne hat sich dagegen in der Regel erhalten und mit der glatten, vom N. cutaneus brachii superior innervirten, vornehmlich an den hinteren Armschwingen inserirenden und oft recht ansehnlich entfalteten Hautmuskulatur in Verband gesetzt. So ist sekundär eine einheitlich erscheinende Bildung entstanden, die von neueren Autoren als Expansor secundariorum bezeichnet wurde. Die Sehne war bereits CARUS bekannt, der quergestreifte Muskelbauch (der echte Anconaeus coracoideus) wurde hingegen meines Wissens bisher übersehen und damit auch die wahre Bedeutung der Sehne verkannt. Das Caput humerale (Anconaeus humeralis) zeigt ebenfalls sehr mannigfache Differenzirungen, die in einzelnen Fällen bis zur Entwicklung von vier Köpfen führen können; in anderen Fällen kommt eine große Einfachheit der Bildung zur Beobachtung. Die Endsehne des Anconaeus ist, ähnlich wie bei den Reptilien, durch den öfteren

Besitz eines Sesambeins (Patella ulnaris) gekennzeichnet; in einzelnen Fällen finden sich, wie längst bekannt, zwei.

In ihrer Vertheilung bei den verschiedenen Vögeln zeigt die besprochene Muskulatur eine außerordentliche Mannigfaltigkeit, die viel größer ist, als man bei dieser so einheitlichen Sauropsiden-Abtheilung von vorn herein erwarten konnte. Natürlich handelt es sich hierbei nur um sekundäre Differenzirungen, die aber äußerst tief eingreifend und für die Phylogenie des Muskelsystems überhaupt wie für die Systematik der Vögel von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind.

Die Muskulatur der Ratiten bietet im Ganzen primitivere (reptilien-ähnlichere) Verhältnisse als die der Carinaten dar und ist somit von letzteren nicht direkt abzuleiten. Zugleich aber zeigt sie eine Anzahl von Einrichtungen, die nur als Reduktionsbildungen aus einer einstmals höher entfalteten Flugmuskulatur erklärt werden können und darum auf carinatenähnliche Vorfahren der Ratiten schließen lassen. Für die Annahme einer polyphyletischen resp. diphyletischen Entstehung der Vögel aus dem Reptilienstamme bieten die Verhältnisse der Muskulatur keinen Anhalt.

Anzeige.

Gustaf Retzius, Das Gehörorgan der Wirbelthiere. Morphologisch-histologische Studien.

I. Bd. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien. Mit 35 Tafeln. Stockholm 1881. gr. 4. VII und 222 S.

II. Bd. Das Gehörorgan der Reptilien der Vögel und der Säugethiere. Mit 39 Tafeln. Stockholm 1884. gr. 4. VIII und 368 S. (In Kommission bei Samson und Wallin.)

In diesem eben so großartig angelegten als durchgeführten Werke, welches uns in zwei stattlichen Bänden vom größten Quartformat vorliegt, finden wir die Struktur und Textur des Gehörlabyrinthes der Wirbelthiere mit der Sorgfalt behandelt, die uns von vielen anderen Arbeiten des Verfassers seit Jahren bekannt ist. Der erste, die Anamnia behandelnde Band enthält in monographisch angelegter Behandlung das Labyrinth der Cyclostomen (Myxine und Petromyzon), dann von Ganoiden, Acipenser, Lepidosteus und Amia, zahlreiche Teleostier, 33 Genera aus 6 Ordnungen schließen sich an. Dann folgen die Elasmobranchier mit Chimära, drei Gattungen von Haien und eben so viele von Rochen. Von Dipnoern ist Ceratodus und Protopterus untersucht. Die Amphibien zeigen die Urodelen mit 10 Gattungen vertreten, darunter Proteus, Siren, Menobranchus Siredon, die Anuren durch fünf.

Den zweiten, die Amnioten enthaltenden Band beginnen die Chelonier (5 Genera), denen die Ophidier (6 Genera) folgen. Die Saurier sind durch 6 Gattungen vertreten, darunter Hatteria. Die Krokodile repräsentirt Alligator. Elf Genera von Vögeln und fünf von Mammaliern (Lepus, Bos, Sus, Felis und Homo) bilden den Schluss.

Somit finden wir die Untersuchung auf breiteste Grundlage gestellt, die den Verfasser in den Stand setzt die Ergebnisse vergleichend-anatomisch zu gestalten. Dass hierbei der Verfasser auf dem Standpunkte der Descendenzlehre steht, ist schon aus der gestellten Aufgabe begreiflich, denn was würde es lohnen, von so zahlreichen Formzuständen eines komplicirten Apparates eingehende Darstellungen, selbst der feinsten histologischen Verhältnisse zu geben, wenn nicht auch nach einem inneren Zusammenhang jener mannigfaltigen Befunde geforscht würde! Diesen Zusammenhang liefert nur die Vergleichung, denn aus dieser gehen die Beziehungen hervor, welche die Formen verbinden und so die Verwandtschaft sich herausstellen lassen.

Die große Zahl von größeren und kleineren Arbeiten, welche bezüglich des Wirbelthierlabyrinthes existiren, macht begreiflich, dass ein bedeutender Theil unseres Werkes der geschichtlichen Darstellung gewidmet ist. Ausführliche geschichtliche Einleitungen treffen wir vor der anatomischen Beschreibung der schon früher untersuchten Formen. Allgemeine, dem Schlusse jedes Bandes angefügte Bemerkungen suchen die Hauptpunkte, das die einzelnen Abtheilungen Charakterisirende hervorzuheben. Gerade diesem Theile hätten wir mehr Ausführlichkeit gewünscht, eine Digerirung des so überaus reichen Materiales an einzelnen Thatsachen, denn darin gipfelt der Zweck der Forschung. Immerhin finden wir da wichtige Einblicke eröffnet. Im Großen und Ganzen stehen wir auch bei diesem Organe vor einer sich allmählich entfaltenden Organisationsreihe, die, indem sie emporsteigt, doch überall divergente Zustände erkennen lässt, Abzweigungen vom Hauptstamme. Von großem Interesse ist es, zu sehen, wie die jeweilige Organisationsstufe des Labyrinthes im Wesentlichen mit der übrigen Organisation harmonirt, indem sie innerhalb einer gewissen Grenze sich hält. Unsere Vorstellungen von der Phylogenie der Wirbelthiere finden damit eine neue Bestätigung. So stellen sich die Cyclostomen von den übrigen Vertebraten — den Gnathostomen — so weit entfernt, dass nicht einmal deren Bogengänge eine strenge Vergleichung mit denen der letzteren zulassen. Dieses bestätigt nur die große Bedenklichkeit der Schlüsse, die von der Organisation der Cyclostomen auf jene der Gnathostomen ohne Weiteres gezogen zu werden pflegen. Auch Acipenser zeigt sich in der Ausgangsstellung, die zu Knochenganoiden und Teleostiern hinführt. Unter den Selachiern hat »das Gehörorgan der Rochen sich am meisten, das der Haie sich etwas weniger« »von der phylogenetischen Hauptlinie« entfernt. Chimära bildet ein »verbindendes Glied« zwischen den Selachiern und den übrigen Fischen«. Wie sehr passt dieser Zustand zu der übrigen Organisation der Holocephalen, die so manchen sehr niederen mit manchem sehr hohen Typus in ihrer Organisation vereinigen! (Darmsystem — Cranium.) Das Gehörorgan der Dipnoi steht dem der Selachier und Chimären nahe, entfernt sich dagegen sehr von dem der Ganoiden, mit denen man die Dipnoi zu vereinigen gesucht hat. Zwischen den Fischen und den Amphibien findet sich »eine nicht leicht auszufüllende Kluft«. Bei den niedersten Urodelen findet man das Gehörorgan »im Ganzen von einer Gestalt, die nicht wenig an dasjenige von Acipenser erinnert«. »Mit den Dipnoi und Elasmobranchiern haben sie dagegen viel weniger Gemeinschaftliches.« Bei den Reptilien zeigen sich Chelonier und Ophidier am tiefsten, ungefähr etwas höher als die Urodelen, »besonders wenn man ihre Schnecke berücksichtigt«. Unter den Sauriern scheinen sehr viele Typen vertreten zu sein. »In phylogenetischem Sinne ist gerade diese Ordnung sehr interessant. Bei ihr kann man nämlich auf eine stufenweise stattgefundene Entwicklung des Gehörorgans und vor Allem der Schnecke mit Erfolg hinweisen.« Hatteria dagegen erscheint durchaus eigenthümlich. Die Krokodile zeigen die höchste Stufe der Entfaltung des Gehörorgans unter den Reptilien. Sie bieten eine Vermittelung zwischen den höheren Sauriern einerseits, andererseits der Vögel und Säugethiere. Wenn auch die Vögel manche Anschlüsse an die Krokodile zeigen, so bestehen doch in mehreren Beziehungen bedeutende Eigenthümlichkeiten, die im Vogellabyrinth einen besonderen Typus erkennen lassen.

Die Vermittelung der »Postreptilien« oder der Vorfahren der Vögel mit den Säugethieren findet in frappanter Weise bei den Monotremen statt. Die Schnecke zeigt nach U. Pritchard die Papilla basilaris zum Cortischen Organe entwickelt,

welches bei den Vögeln noch nicht ausgebildet ist. Marsupialia konnten leider nicht in Untersuchung gezogen werden, so dass die Angaben über Säugethiere sich auf Monodelpha beschränken. Bei diesen stellen sich bedeutendere Verschiedenheiten, wie bekannt, nur in den Windungen der Schnecke heraus. Außerdem ergiebt noch der histologische Bau manche Differenzen, die sämmtlich, wie auch in den übrigen Abtheilungen, genau beschrieben sind. So eröffnet uns denn dieses Werk einen reichen Schatz von wissenschaftlichen Erfahrungen, für die wir dem Verfasser nur dankbar sein können, aber auch dafür wollen wir den Dank nicht vergessen, dass er das Werk in deutscher Sprache veröffentlicht hat.

C. G.

Schilddrüse und Thymus der Teleostier.

Von

Dr. med. Friedrich Maurer.
Assistent am Anatomischen Institut zu Heidelberg.

Mit Taf. VIII—IX und zwei Holzschnitten.

In der Schilddrüse und Thymus treten uns Organe entgegen, die in so fern volles Interesse beanspruchen dürfen, als sie in ihrer physiologischen Bedeutung völlig räthselhaft, auch morphologisch und speciell genetisch noch nicht so gekannt sind, wie zu ihrem Verständnis erforderlich ist. Die Bedeutung dieser Gebilde liegt besonders in dem Umstande, dass sie in der ganzen Reihe der Wirbelthiere nachgewiesen, gerade bei den höchsten Klassen eine so voluminöse Ausbildung erfahren, dass die Deutung, sie seien rudimentäre Organe, sich verbietet. Freilich ist diese hohe Entfaltung für die Thymus nur eine individuell vorübergehende. Die Schilddrüse hat ihre Stellung in der Organreihe erhalten, indem ihr Homologon in der Hypobranchialrinne der Tunicaten gefunden wurde. Auch dürfte diese Auffassung durch neuere Beschreibungen paariger Schilddrüsenanlagen bei Säugethieren durchaus nicht widerlegt sein.

Bei der Untersuchung der Entwicklung von Schilddrüse und Thymus an Säugethierembryonen hat man unlängst ihre Entstehung aus ganz gleichartigem Mutterboden, nämlich aus dem Epithel der Kiemenspalten beschrieben, indem man dabei außer Acht ließ, dass im späteren Verhalten beide Organe ihre vollkommene Heterogenität kund thun, dass ferner dieser Mutterboden Theile darstellt, die bei niederen Wirbelthieren eine volle Ausbildung im Dienste der Respi-

ration erfahren und trotzdem daneben eine wohlentwickelte Schilddrüse und Thymus sich findet.

Wenn auch für die Genese der Thymus zuerst an Säugethieren die wichtigsten Thatsachen gefunden wurden, so erscheint es doch sehr wenig zweckmäßig genauere Auskunft bei den höheren Vertebraten zu suchen, wo die hinfälligen Kiemenspalten in ihren Beziehungen zu anderen Organen so bedeutende Komplikationen zeigen. Das Naturgemäßeste ist wohl sich an die niederen Wirbelthiere zu wenden, weil hier bei ursprünglicheren Verhältnissen viel eher Klarheit zu erhoffen ist. Es bleiben dann natürlich die Beziehungen des hier Gefundenen zum Höheren genau festzustellen.

Da unsere Kenntnisse über Thymus und Schilddrüse bei Knochenfischen noch sehr mangelhaft sind und speciell die Entwicklung noch ganz unbekannt ist, so stellte ich mir die Aufgabe zunächst bei einem Teleostier diese Verhältnisse genau zu untersuchen. Von der Forelle hatte ich Gelegenheit eine vollständige Entwicklungsserie herzustellen und eben so waren von anderen Knochenfischen Jugendstadien leicht zu beschaffen.

Nächst der Entwicklung richtete ich mein Augenmerk hauptsächlich auf die spätere Lagerung dieser Gebilde und dann speciell auf das histologische Verhalten auch bei ausgewachsenen Exemplaren.

Es schien mir leichter den Übergang der epithelialen Thymusanlage in ein lymphoides Organ hier genau zu verfolgen, was desshalb wichtig ist, weil bis jetzt darüber nur ganz allgemeine Angaben existiren.

Bevor ich zur Schilderung eigener Befunde schreite, erscheint es zweckmäßig, kurz das seither bekannt Gewordene zu besprechen.

Historisches.

Während man früher die Thymus allgemein aus dem mittleren Keimblatte hervorgehen ließ und somit auch entwicklungsgeschichtlich den lymphoiden Organen zuzählte, hat Kölliker (7) neuerdings bei Säugethieren nachgewiesen, dass sie ein epithelial angelegtes Gebilde darstellt. Ihre Anlage ist paarig und entspricht einer umgewandelten Kiemenspalte.

Diese Angabe, die sich auf Befunde an Kaninchenembryonen stützt, wurde von Stieda (10) und Born (12) an Schweins- und Schafsembryonen bestätigt und weiter verfolgt. Born bezeichnet die dritte Kiemenspalte als diejenige, welche der Thymus zur Anlage dient, während

Kölliker angab, dass sich möglicherweise mehrere Kiemenspalten an der Bildung thymusartiger Organe betheiligen, dass die echte Thymus jedoch von einem der hinteren Spaltenpaare abstamme. Letztere schnüren sich zu einem vollkommen geschlossenen Schlauche ab, welcher Knospen mit soliden knopfförmigen Enden treibt. Die Zellen dieser Knospen werden zu gewisser Zeit kleiner und unscheinbarer, ihre Grenzen verwischen sich. Zugleich damit wächst Bindegewebe mit Gefäßen ein. — Diese Schilderung vom Verhalten des primären Thymusgewebes stimmt vollkommen mit meinen Befunden bei der Teleostierthymus überein und ich werde an geeigneter Stelle darauf zurückkommen.

Während Kölliker das spätere lymphdrüsenartige Gewebe der Thymus aus den ursprünglich epithelialen Zellen der Anlage direkt hervorgehen lässt, beschreibt Stieda ein Auftreten von adenoider Substanz oder konglobirter Drüsensubstanz, zwischen welcher Gruppen von Epithelzellen bleiben, die schließlich zu den koncentrischen Hassall'schen Körpern werden. Er verwirft die Angabe Afanassiews (11), dass Wucherungen der Gefäßendothelien zur Bildung koncentrischer Körper führen. Auch His sieht in den Hassall'schen Körpern die Reste der fötalen epithelialen Thymuselemente.

Die Schilddrüse wird in ihrer Entwicklung sehr verschieden geschildert.

Schon Remak (1) hat beim Hühnchen eine mediane Ausstülpung der ventralen Schlundwand im Bereich des zweiten Kiemenbogens als erste Anlage der Glandula thyreoidea beschrieben. W. Müller (5) hat später bei Cyclostomen, Selachiern und Amphibien eine unpaare Anlage nachgewiesen, bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren nimmt er dieselben Verhältnisse an. Das Paarigwerden des Organs beruht auf einer sekundären Theilung der unpaaren Anlage. Beim Frosch hat Müller diesen Vorgang genau beschrieben.

Auch Kölliker (7) und Seessel (13) schildern das erste Auftreten der Schilddrüse als unpaare mediane Ausstülpung des ventralen Schlundepithels, Ersterer beim Kaninchen, Letzterer beim Hühnchen.

In Widerspruch mit diesen Angaben stehen die neueren Abhandlungen von Stieda (10) und Wölfler (9). Nach ihren Befunden entsteht die Schilddrüse der Säugethiere (Schwein, Schaf, Kalb und Kaninchen) paarig, durch Wucherung des Epithels einer Kiemenspalte. Wölfler nimmt die erste Schlundspalte dafür in Anspruch, während Stieda eine paarige epitheliale Wucherung an der Stelle,

wo der Rest der epithelialen Auskleidung einer (der letzten oder vorletzten) Kiemenspalte mit dem Rachenepithel zusammenstößt, als Schilddrüsenanlage deutet.

Born (12) nimmt in so fern eine vermittelnde Stellung zwischen der früheren und neueren Ansicht ein, als er beim Schwein eine doppelte Anlage schildert, eine vordere median-unpaare und eine hintere paarige, welche sich erst sekundär vereinigen. Aus den paarigen Anlagen sollen die seitlichen Lappen der Schilddrüse hervorgehen.

In Betreff der histologischen Entwicklung der Schilddrüse giebt Kölliker an, dass die nach der Abschnürung vom Mutterboden solide Anlage Sprossen treibt, die wiederum sich verästeln und nach und nach Höhlungen bekommen. Die Enden dieser Drüsenausläufer schnüren sich dann als Blasen ab. Stieda's Befunde schließen sich an diejenigen des vorgenannten Autors an, doch glaubt Stieda auch netzförmig verbundene Schläuche gesehen zu haben, wie sie eben so W. Müller bei Vögeln und Säugethieren beschreibt, wogegen Kölliker Anastomosen zwischen den Drüsenschläuchen bestreitet. Wölfler schreibt bei der Bildung des Schilddrüsengewebes den einwuchernden Gefäßen eine maßgebende Bedeutung zu, wonach er fünf verschiedene Stadien unterscheidet (l. c. pag. 40).

Eine Besprechung der Auffassung früherer Autoren über die Entstehung der Schilddrüse, wie z. B. ein Hervorwachsen aus dem Kehlkopfe oder der Wandung des Arterienstammes unterlasse ich, um nicht mehrfach Geschildertes und als unrichtig Erwiesenes zu wiederholen; es findet sich bei W. Müller, Wölfler und Stieda genauer angeführt. Ich wende mich zur Schilderung dessen, was seither über die Schilddrüse und Thymus der Fische speciell bekannt geworden ist.

Über das Vorhandensein der Schilddrüse bei Cyclostomen sind wir von W. Müller (6) unterrichtet worden.

Bei Petromyzon geht dies Organ aus einem ventral in der Medianlinie gelegenen Gebilde der Kiemenhöhle hervor, das, nach seinem morphologischen Verhalten bei Ammocoetes, der Hypobranchialrinne der Tunicaten homolog zu erachten ist. Bei der Metamorphose der Larvenform zu Petromyzon erhalten sich von diesem Gebilde, von dessen genauerer Schilderung ich hier absehe, nur epitheliale Theile, welche die Form von geschlossenen Follikeln annehmen und als solche persistiren. Sie lagern unterhalb des langen Zungenmuskels vom 2.—4. Kiemensackpaare. Calberla und Scott (14)

geben gleichfalls die Bildung der Schilddrüse aus einer Hypobranchialrinne bei Ammocoetes an. Ersterer betont, dass dieselbe Schleim secernire. Sie ist somit hier in Jugendzuständen ein Organ, das noch als Drüse fungirt. Auch Wimperzellen wurden am Grund dieses rinnenförmigen Gebildes nachgewiesen. Später bildet es sich, wie gesagt, zur Schilddrüse zurück.

Bei Myxine glutinosa besteht die Schilddrüse aus geschlossenen Bläschen, von einschichtigem Epithel ausgekleidet und mit farbloser Flüssigkeit gefüllt. Die Anordnung dieser Bläschen ist in so fern beachtenswerth, als letztere theils isolirt, theils zu Gruppen vereinigt in der Bindegewebslamelle lagern, welche sich von der Ventralfläche des Ösophagus zur oberen Fläche des Kiemenarterienstammes in dessen ganzer Ausdehnung erstreckt. — Es liegt darin ein Anknüpfungspunkt für den später zu schildernden Befund bei Knochenfischen.

Über die Selachier-Schilddrüse verdanken wir ebenfalls W. Müller genauere Angaben. Sie lagert vor der Theilung des Kiemenarterienstammes in seine beiden vordersten Äste (Acanthias, Raja). Bei Embryonen von Acanthias besteht sie aus Schläuchen und Follikeln, die mit Cylinderepithel ausgekleidet sind und ein deutliches Lumen besitzen. Das ganze Organ ist von einer bindegewebigen Kapsel umgeben, von welcher Septa ins Innere eindringen. In diesen verlaufen die Blutgefäße des Organs. Bei ausgewachsenen Exemplaren von Raja clavata findet sich ebenfalls der Bau aus geschlossenen Blasen, die von theils ein-, theils mehrschichtigem braun pigmentirtem Cylinderepithel ausgekleidet sind. Die kleineren Blasen sind mit Flüssigkeit, die größeren mit Gallertmasse gefüllt. Auch hier besitzt das ganze Organ eine bindegewebige Scheide.

Über die Entwicklung der Schilddrüse bei Teleostiern ist bis jetzt nichts bekannt. Bei ausgewachsenen Knochenfischen findet sie sich nach Leydig (3) in der Umgebung der vom Bulbus arteriosus ausgehenden Kiemenarterienstämme. Sie besteht aus traubenförmigen Läppchen, die zum Theil von silberfarbigem Pigment umsponnen sind und sich mikroskopisch aus geschlossenen Bläschen voll hellem Fluidum oder Colloidklumpen zusammengesetzt zeigen. Die Bläschen sind von einschichtigem Epithel ausgekleidet. Stannius (4) giebt ferner an, dass die Schilddrüse der Knochenfische unterhalb der Copulae der Kiemenbogen liege und den Kiemenarterienstamm an seinem vorderen Ende umgebe. Sie soll bei derselben Species nicht jederzeit vorhanden sein, bei Esox lucius speciell fehle sie

zuweilen. Wo sie vorhanden, besteht sie aus Epithelbläschen mit klarer Flüssigkeit gefüllt und von Bindegewebe umschlossen.

Während bisher nie von einer paarigen Anordnung der Schilddrüse bei Fischen die Rede war, finde ich bei Wölfler die Angabe, dass bei den meisten Teleostiern dieses Organ paarig sei; beide Läppchen sind am hinteren Ende des ersten Kiemenbogens gelagert. Genau dieselbe Bemerkung macht Wiedersheim in seiner vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere (pag. 528).

Betrachten wir nochmals kurz das über die Entstehung der Schilddrüse Bekannte, so ist das Wesentliche, dass bei der Entwicklung dieses dem Bau nach bei allen Wirbelthieren ursprünglich gleichen Organs ganz verschiedene Vorgänge beschrieben sind. Bei Cyclostomen und Amphibien entwickelt sie sich aus unpaarer Anlage, die nach W. Müller der Hypobranchialrinne der Tunicaten homolog ist. Bei Vögeln bildet sie sich nach Kölliker, W. Müller und Seessel ebenfalls aus unpaarer Anlage. Bei Säugethieren entsteht sie zwar nach Kölliker ebenfalls unpaar, nach Stieda und Wölfler aber geht sie aus dem Epithel einer Kiemenspalte hervor, ist ein Organ mit paariger Anlage. Born schildert gar beide Vorgänge kombinirt. Nach Letzterem betheiligen sich somit völlig heterogene Theile, da sie auch histologisch zuerst ganz verschieden sind, an der Bildung eines einheitlichen Organes und diese verschiedenen Theile führen zu Bildung vollkommen gleicher Endprodukte, nämlich der Schilddrüsenacini, denen man eine Verschiedenheit später durchaus nicht mehr ansehen kann.

Unter diesen Umständen handelt es sich um genaue Feststellung des Entwicklungsmodus der Schilddrüse bei niederen Wirbelthieren. Es versteht sich von selbst, dass man aus den betreffenden Verhältnissen bei Knochenfischen nicht die Lösung der gleichen Frage bei Säugethieren erwarten darf, allein man ist wohl berechtigt zu behaupten, dass, wenn bei Teleostiern sich bloß eine unpaare mediane Anlage der Thyreoidea findet, dann die paarigen Anlagen der Säugethierschilddrüse sekundäre Verhältnisse sind, welche auf die stammesgeschichtliche Bedeutung des Gebildes keinen Einfluss haben können.

Die Thymus der Fische ist schon mehrfach beschrieben worden: Bei Cyclostomen stellt sie nach Stannius ein paariges Organ dar, das hinter den Kiemen zu jeder Seite der Cardia gelagert ist. Sie stellt ein Büschel kleiner länglicher Lobuli dar, die an Blutgefäßen hängend durch lockeres Bindegewebe zusammengehalten

werden. Jeder Lobulus besteht aus einer doppelten Reihe von cylindrischen kernhaltigen Zellen, welche Reihen am Ende eines jeden zottenförmigen Lobulus in einander umbiegen. Zwischen diesen beiden Reihen verlaufen die Gefäße und ein Strang von Bindegewebe.

Bei Plagiostomen hat Ecker (2) schon die Thymus abgebildet an einem Embryo von Squatina vulgaris, wo sie als längliche, gelappte Masse dorsal von den Kiemenspalten lagert. Eben so schildert Stannius die Thymus als große, graue, weiche, gelappte Drüsenmasse, oberhalb des dorsalen Endes der Kiemenbogen gelagert, vorn breit, nach hinten sich verschmälernd. Sie besteht aus Läppchen, die aus Blasen zusammengesetzt sind. Das letztere zusammenhaltende Bindegewebe ist Träger der Gefäße. Die Blasen sind gefüllt mit milchweißer Flüssigkeit, welcher eine feinkörnige Masse, so wie Zellen und freie Kerne beigemengt sind.

Die Thymus der Teleostier lagert nach Stannius längs des oberen Theiles des Schultergürtels, an der hinteren Grenze der Kiemenhöhle. Sie liegt dem Truncus lateralis nervi vagi an und ist von einer häutigen Hülle umschlossen. Ihre Oberfläche ist durch vorragende Acini höckerig, enthält zähe gelbe Flüssigkeit mit Zellkernen, Pigmentzellen, Fettkugeln und Zellen.

Auch Leydig widmet in seinen anatomisch-physiologischen Untersuchungen über Fische und Reptilien der Schilddrüse und Thymus ein Kapitel. Er beschreibt die Thymus beim Stör als an der hinteren Grenze der Kiemenhöhle vor dem Schultergürtel gelagert; bestehend aus einer Gruppe runder weißer Follikel, die gefäßreich und mit hellen Kernen und kleinen Zellen gefüllt sind. Stannius hatte beim Stör eine Thymus vermisst, fand sie aber vertreten durch absondernde Drüsen, die er als Folliculi branchiales bezeichnet. Leydig stellt dagegen die Existenz von Ausführgängen in Abrede, findet vielmehr auch hier die Follikel vollständig geschlossen. — Die Lage der Thymus bei Knochenfischen giebt Leydig eben so wie Stannius an. Sie findet sich unter der die Kiemenhöhle auskleidenden Haut in der Gegend der häutigen Kommissur, welche den Kiemendeckel mit dem Schultergürtel verbindet, längs des Os scapulare Cuvieri. Sie besteht aus Acinis, die in eine weite Höhle münden. Letztere zieht durch die ganze Länge der Drüse, ist gefüllt mit zäher Flüssigkeit und zelligen Elementen. Ein Ausführgang fehlt.

In der neuesten Zeit hat Dohrn (16) die Entwicklung der Selachierthymus beschrieben. Er weist nach, dass auch hier das

Organ epithelialen Ursprungs ist und dass nicht ein Kiemenspaltenpaar durch Abschnürung die Thymus hervorgehen lässt, sondern dass jeder Kiemenspalte ursprünglich ihr Theil dabei zukommt. Die erste Anlage wird durch eine Epithelwucherung der oberen Kommissur der Kiemenspalten dargestellt, die knospenförmig, am frühesten an der ersten, später an den hinteren Kiemenspalten auftreten. Die Größe der Wucherungen nimmt nach hinten zu ab. Dohrn schreibt diesen Epithelknospen die Bedeutung von nicht mehr zur Entwicklung gekommenen Kiemenblättchen zu und betont, dass gleich von Anfang an in die Masse der wuchernden Epithelzellen auch mesodermale Zellen einzuwandern scheinen. Das spätere histologische Verhalten wird nicht verfolgt. Er nimmt an, dass diese bindegewebigen Elemente dem gefäßtragenden Bindegewebe der Kiemenblättchen entspreche, welches hier zu anderer Verwendung komme: Die Thymuswucherungen schnüren sich hier sehr früh von ihrem Mutterboden ab und verschmelzen jederseits unter einander. Sie lagern in der Nähe der Vagusganglien.

Es ist später zu betrachten, in wie weit die Verhältnisse bei Teleostiern mit diesen Befunden Dohrn's an Selachiern in Einklang gebracht werden können.

Von der Thymus steht somit fest, dass sie aus paarigen Epithelwucherungen der Kiemenspalten hervorgeht. Es ist auch bekannt, dass sie später lymphoiden Charakter annimmt. Zu welcher Zeit und in welcher Weise diese Umwandlung vor sich geht, ist indessen noch nicht genauer eruirt. Nur die Erhaltung der epithelialen Elemente aus der ersten Anlage in Form der koncentrischen Körper wurde mehrfach betont. Auch zur Beantwortung dieser Frage schienen mir die Teleostier ein günstiges Objekt zu sein, zumal wir über die Entwicklung und den feineren Bau der Thymus bei dieser Wirbelthierklasse noch nichts wissen.

Um in der folgenden Darstellung meiner eigenen Befunde durch nothwendige technische Angaben nicht gestört zu werden, will ich hier kurz das Wichtigste über die Art und Weise der Untersuchung einschalten.

Technisches.

Wenn auch das Hauptmaterial zur genauen Untersuchung in guten Schnittserien zu finden ist, so erschien es doch nothwendig die Embryonen, so weit es möglich war, unter der Brücke'schen

Lupe mit Nadel oder Skalpell zu zerlegen, um einerseits in die plastischen Verhältnisse direkten Einblick zu erhalten, andererseits zur Deutung der in den Schnitten neben einander liegenden Organe, speciell der Muskeln, Gefäße und Nerven, die nöthige Sicherheit zu bekommen. Bei ganz jungen Embryonen begnügte ich mich natürlich damit, die äußere Plastik genau festzustellen.

Zur Untersuchung der Entwicklung der Thymus und Schilddrüse bei Knochenfischen benutzte ich die Forelle, da sie am bequemsten zu beschaffen war und da die Entwicklung so langsam verläuft, dass die einzelnen Stadien mit Leichtigkeit fixirt werden konnten. Die Eier, die ich direkt, nachdem sie gestrichen waren, erhielt, entwickelten sich in fließendem Wasser normal. Am 48.—56. Tage schlüpften die Fischchen aus, acht Wochen nach dem Verlassen des Eies war der Dottersack aufgebraucht.

Unter verschiedenen Reagentien, welche ich zur Härtung der Eier versuchte, stellte sich Chromessigsäure in bekannter Koncentration (½ %ige Chromsäure und 1 %ige Essigsäure in Aq. destill.) als am besten den Anforderungen entsprechend heraus.

Kochen der Eier oder längeres Verweilen in Pikrinschwefelsäure härtete zu wenig, um die Schale ohne Verletzung des Embryo entfernen zu lassen. Härten in Alkohol verursachte eine Verklebung der Eischale mit der Dotterhaut, wodurch wiederum ein Entschalen unmöglich wurde. Räuchern der Eier in Dämpfen von Osmiumsäure beeinträchtigte die folgende Färbung zu erheblich.

In Chromessigsäure, die ich später ausschließlich anwandte, verweilten die Eier in der Schale 8—12 Stunden lang. Sie waren dann genügend erhärtet, um mit feiner Pincette und Schere ohne Verletzung von der Schale befreit werden zu können.

Die ersten 20 Tage konnte ich, ohne Deformität der Embryonen befürchten zu müssen, die Eier in der Schale dem Reagens anvertrauen. Von da an aber krümmt sich der Embryo stärker, erhärtet dann in dieser Lage und speciell der Kopf wird gegen die Eischale plattgedrückt, so dass alle Organe verzerrt und verschoben sind. Daher wurde von diesem Stadium an die Schale vom lebenden Ei entfernt. Auch für diese entschalten Embryonen behielt ich die Chromessigsäure zur ersten Härtung bei. Nach mehrstündigem Verweilen in diesem Reagens (nicht über 12 Stunden, um spätere Färbung nicht zu beeinträchtigen) wurden die Objekte in fließendem Wasser ausgewaschen und dann nach Entfernung der Dottermasse in schwachen Alkohol übertragen. Zur nun folgenden Färbung ge-

brauchte ich ausschließlich alkoholisches Boraxkarmin. Um die Objekte schnittfähig zu machen wurden sie dann in absolutem Alkohol entwässert, darauf in Chloroform übertragen und schließlich in Paraffin eingebettet.

Die Schnittrichtung wählte ich sehr verschieden. Es wurden Quer-, Sagittal- und Horizontalschnittserien von jedem Stadium gefertigt, daneben auch Schrägschnitte verschiedener Art mit Bezugnahme auf die Abbildungen und Darstellungen von Stieda und Born.

Bei der Anfertigung der Serien benutzte ich die Giessbrecht'sche Schellackmethode.

Zur Untersuchung der ausgebildeten Schilddrüse und Thymus wurden Injektionen nothwendig, die ich ausschließlich vom Ventrikel aus vornahm. In der Regel schnitt ich die Herzspitze mit einem Scherenschlage ab und führte die Kanüle durch den Ventrikel in den Arterienbulbus ein. Als Masse nahm ich Berliner Blau, theils in wässriger, theils in gelatinöser Lösung.

Dass die Untersuchungen sich nicht auf die Forelle beschränkten versteht sich von selbst. Zur Vergleichung wurden verschiedene andere Knochenfische herangezogen, worüber ich auf nachfolgende Schilderung der Befunde verweise.

Die Schilddrüse der Knochenfische.

Indem ich mit den Verhältnissen des ausgebildeten Organs beginne, erscheint es zweckmäßig zuerst die genaue Lagerung und im Anschluss daran den histologischen Bau zu besprechen. Da die später folgenden Untersuchungen über die Entwicklung der Schilddrüse an der Forelle vorgenommen wurden, so soll auch der Beschreibung des fertig gebildeten Organs dieser Knochenfisch zu Grunde gelegt werden.

Präparirt man bei einer Forelle von der ventralen Körperfläche aus den Kiemenarterienstamm bloß, so findet man ihn bekanntlich längs der Copulae der Kiemenbogen, denselben ventral angelagert, verlaufend. Kurz nachdem der aus dem Bulbus arteriosus sich fortsetzende Gefäßstamm den Herzbeutel verlassen hat, giebt er die gemeinsam entspringenden Arterien des dritten und vierten Kiemenbogens ab. Direkt davor entsendet er nach jeder Seite einen Ast zum zweiten Kiemenbogen und setzt sich dann fort, um sich schließlich in die zwei Arterien für den ersten Kiemenbogen zu theilen.

Der Gefäßstamm ist in seinem Verlaufe von lockerem Binde-

gewebe umgeben, dem zahlreiche Fettträubchen eingelagert sind. Außerdem finden wir auch kleine blassröthliche drüsige Knötchen von der Abgangsstelle der dritten und vierten Kiemenarterie bis zur Endtheilung in die beiden ersten dem Stamme dicht ansitzend. In diesen Gebilden haben wir die Schilddrüse vor uns, wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt.

Die Hauptmasse des Organs wird gebildet durch eine Drüse, welche der ventralen Fläche des Kiemenarterienstammes in der Strecke zwischen Abgang der zweiten, dritten und vierten Kiemenarterie anlagert. Von diesem Lappen gehen Ausläufer nach oben um den Gefäßstamm herum, umfassen ihn. Indessen finden sich auch ohne Zusammenhang mit dieser Hauptdrüse kleinere Knötchen weiter vorn dem unpaaren Arterienstamme ansitzend, so wie regelmäßig ein Drüschen in der vordersten Endtheilungsgabel. Da die Größenverhältnisse bei verschieden großen Forellen konstant waren, so genügt es von einem Exemplare die Maße anzuführen: Bei einer Forelle von 24,5 cm Körperlänge maß der Kopf von der Schnauzenspitze zum hinteren Kiemendeckelrande 6 cm. Die Länge des Kiemenarterienstammes vom Austritt aus dem Herzbeutel bis zur Endtheilung betrug 13,5 mm. Diese ganze Strecke zerfällt gemäß den abgehenden Kiemengefäßen in drei Abschnitte. Der erste 4,5 mm lange Abschnitt vom Austritt aus dem Herzbeutel bis zum gemeinsamen Abgang der dritten und vierten Kiemenarterie ist frei von Schilddrüsengewebe. Die folgende Strecke vom Abgang der letztgenannten Gefäße bis zu dem der Arterie des zweiten Bogens ist nur 2 mm lang und ihr lagert der Hauptdrüsenlappen ventral an. Derselbe ist dorsoventral plattgedrückt, 3 mm breit, 4 mm lang. Daraus ergiebt sich, dass er einerseits sich noch 2 mm weit auf die Fortsetzung des unpaaren Arterienstammes nach vorn erstreckt, andererseits nach beiden Seiten hin den Stamm überragt, da er dicker als dieser ist. Er liegt mithin auch ein Stück weit den vier Stämmen für dritten, vierten und zweiten Kiemenbogen an und sendet zwischen diesen lappenförmige Fortsätze nach oben, die den Stamm umgreifen. Dieselben sind 1—1,5 mm lang.

Der vorderste dritte Abschnitt des Kiemenarterienstammes vom Abgang der zweiten bis zur Endtheilung in die ersten Kiemenarterien ist 6,5 mm lang. Er wird, wie gesagt, von hinten her noch 2 mm weit vom Hauptschilddrüsenlappen überlagert. Vor diesem liegen ihm ventral und seitlich unregelmäßig vertheilte kleine Knötchen von 0.5—1.0 mm Durchmesser dicht an. In der vordersten Theilungsgabel zu den

Arterien für die ersten Kiemenbogen liegt endlich noch ein Schilddrüsenträubchen von 1,7 mm Durchmesser. Sämmtliche Läppchen der Schilddrüse lagern der Gefäßwand so dicht an, dass sie, losprăparirt, deutlich den Eindruck des Gefäßes auf ihrer Oberfläche behalten.

In dieser Lagerung fand ich die Schilddrüse bei der Forelle von dem Alter an, wo sie den Dottersack eben verloren hat, bis zu Exemplaren von 25 cm Körperlänge (Taf. VIII Fig. 9). Bei großen Thieren von 30—40 cm Länge zeigte sich die Hauptmasse der Thyreoidea an der Abgangsstelle der zweiten, dritten und vierten Kiemenarterie nicht mehr einheitlich, sondern in viele Packete von Acinis getrennt, die einen Durchmesser von 1—3 mm hatten und in ganz unregelmäßiger Vertheilung dem Kiemenarterienstamme anlagerten. Bei Barbus fluviatilis fand ich in derselben Weise unregelmäßig zerstreute Knötchen. Außerdem bei Salmo salar, Esox lucius, Anguilla vulgaris, Gasterosteus aculeatus, Cyprinus carpio, Gobio fluviatilis, Rhodeus amarus, Leuciscus rutilus und Zoarces viviparus. Bei Hechten von 3,5 cm Körperlänge war die Schilddrüse eben so angeordnet wie bei den kleineren Forellen und in derselben Weise verhielt es sich auch bei jugendlichen Exemplaren anderer Knochenfische. Die Auflösung des Organs in viele getrennte Knötchen findet somit erst in höherem Alter statt.

Es ist dabei festzustellen, dass das Gebiet, innerhalb welches Schilddrüsengewebe sich findet, ein scharf begrenztes ist: Die Drüsenpackete lagern erstens in unmittelbarer Nähe des Kiemenarterienstammes, finden sich ferner in den Gabeln, die durch den Abgang der Arterien für die einzelnen Kiemenbogen gebildet werden mit Regelmäßigkeit; nach vorn erstrecken sie sich nicht über die Endtheilungszahl hinaus und hinter der Abgangsstelle der Arterie für den vierten Kiemenbogen werden keine mehr gefunden.

Aus der ganzen Anordnung der Schilddrüsenknötchen ergiebt sich, dass wir nicht einfach ein paariges Organ vor uns haben, sondern dass die Hauptmasse der Drüse in einem gewissen Alter unpaar ist, dem Kiemenarterienstamm ventral anlagert, dass später die einzelnen Drüsenpackete unregelmäßig zerstreut, theils in der Mittellinie ventral oder dorsal vom genannten Gefäßstamme sich finden, theils auch zu dessen beiden Seiten eine paarige Lagerung einnehmen. Diese Verhältnisse wurden in der Weise festgestellt, dass der ganze Kiemenarterienstamm mit Bulbus arteriosus und den Arterien der einzelnen Bogen, mitsammt seiner bindegewebigen fettreichen Um-

gebung herauspräparirt und in Längsschnitte zerlegt wurde. Nur auf diese Weise war sicher Alles was zur Schilddrüse gehört in den Schnitten. Die Drüsenpackete liegen so sehr im Bindegewebe und zwischen den Fettträubchen zerstreut, dass ein Herauspräpariren aller Drüsentheile unmöglich ist. Man kann sehr wohl paarige Knötchen herausnehmen, es ist aber dabei zu beachten, dass daneben noch viele andere theils paarige theils unpaare Schilddrüsenpackete zurückbleiben, man es somit in dem paarigen Knötchen nicht mit dem ganzen Organe zu thun hat. Dass bei dieser Methode des Herausnehmens des gesammten Kiemenarterienstammes wirklich von der Schilddrüse nichts zurückbleibt, d. h. keine etwaige Nebenschilddrüse der Beobachtung entgeht, wird einerseits dadurch bewiesen, dass bei jungen Exemplaren der Forelle und des Karpfens, von welchen ich Schnitte durch ganze entkalkte Köpfe anfertigte, niemals Schilddrüsengewebe an anderen Stellen als in der nächsten Umgebung des Kiemenarterienstammes sich fand, andererseits ist es dadurch außer Frage gestellt, dass auch bei ganz alten Bitterlingen, Stichlingen und Ellritzen, die wegen ihrer Kleinheit ebenfalls günstiges Material für Schnitte durch entkalkte Köpfe boten, niemals an anderen Stellen Schilddrüsengewebe nachzuweisen war.

Ob die geschilderte paarige Anordnung einzelner Drüsenträubchen aus einer paarigen Anlage hervorgeht, und ob wir in den unpaar angeordneten nicht sekundär vereinigte paarig angelegte Bildungen vor uns haben, darüber kann uns nur die Entwicklung des Ganzen Aufschluss geben.

Wenden wir uns jedoch vorher noch zu dem histologischen Befund des ausgebildeten Organs. Bei den Knochenfischen setzt sich die Schilddrüse aus denselben Gebilden zusammen wie bei den höheren Wirbelthieren, d. h. sie besteht aus kleinen geschlossenen Bläschen, deren Wand von einschichtig kubischem Epithel gebildet wird. Ihr Lumen wird von Flüssigkeit oder colloider Substanz ausgefüllt (Taf. VIII Fig. 7). Die Bläschen sind getrennt durch Bindegewebe, in welchem die Blutgefäße verlaufen. Letztere bilden um jeden Acinus ein engmaschiges Kapillarnetz. Ein Ausführungsgang ist nicht vorhanden. Die Acini sind zu kleineren oder größeren Gruppen vereinigt und bilden so die Schilddrüsenknötchen. Oft findet man auch ganz isolirte einzelne Acini in dem Fette, das den Kiemenarterienstamm umgiebt. Niemals fand ich die Schilddrüse aus Epithelschläuchen bestehend, in der Art, wie es als vorübergehender Zustand bei höheren Verte-

braten vorkommt, wohl aber gehen die Schilddrüsenacini bei manchen Knochenfischen im hohen Alter Veränderungen ein, wie sie sich auch bei der Schilddrüse der anuren Amphibien finden.

Es zeigt sich nämlich häufig bei alten Forellen, dass innerhalb der Colloidsubstanz des Acinus kleine Körnchen sich finden, die durch Karmin intensiv roth gefärbt werden und den Eindruck von Zellkernresten machen (Taf. VIII Fig. 7 *a*). Diese Auffassung erhält dadurch Berechtigung, dass man neben diesen Körnchen auch ganze Kerne und schließlich Zellen inmitten des Colloidtropfens findet (Taf. VIII Fig. 7 *b*). Häufig liegen 3—5 Zellen in einem Acinus, die dann zu einer Gruppe vereinigt im Colloidtropfen eine centrale Lage einnehmen. Das Plasma dieser Zellen ist gequollen, der Kern deutlich gefärbt lässt dieselbe Struktur erkennen, wie die Kerne der Epithelzellen, welche den Acinus auskleiden. Weiter vermochte ich diese Gebilde bei der Forelle nicht zu verfolgen. Wohl aber bot sich in recht alten Karpfen ein Objekt, das weitere Veränderungen des Schilddrüsengewebes in wünschenswerther Deutlichkeit zeigte: (Taf. VIII Fig. 8). Bei Karpfen von 10,7 cm Kopflänge lag die Schilddrüse in einzelnen unregelmäßig angeordneten Knötchen dem Kiemenarterienstamme dicht an. Legt man Schnitte durch ein solches Knötchen, so findet man nur sehr wenige Acini, die von regelmäßigem Epithel ausgekleidet und mit Colloid gefüllt sind (Fig. 8 *a*); die Hauptmasse der Drüse besteht aus soliden Kugeln von gequollenen Zellen, die durch Bindegewebe scharf von einander getrennt sind (Fig. 8 *b*). Diese Kugeln sind in Rückbildung begriffene Acini. Es finden sich nämlich viele solche Kugeln, die nicht ganz mit Zellen ausgefüllt sind, sondern, wo neben einer Gruppe von gequollenen Zellen noch ein kleines Quantum Flüssigkeit nachzuweisen ist. In diesem Zustand lassen sich die Gebilde ganz wohl noch auf den unveränderten Zustand der Acini beziehen. Die colloide Substanz ist verflüssigt und die Epithelzellen sondern keine neue Substanz aus, sondern vergrößern sich, quellen und füllen allmählich das ganze Lumen des Acinus aus. Zwischen den gequollenen Epithelzellen, deren Kerne nur blass gefärbt sind, finden sich kleine intensiv rothe Kerne in geringer Menge, welche von der Peripherie hineingewanderte lymphoide Elemente darstellen, wenigstens finden sich solche Kerne sehr zahlreich während dieses Stadiums im interacinösen Bindegewebe.

In Fig. 8 versuchte ich dies darzustellen. Bei *a* zeigen sich noch Acini, die mit stark lichtbrechender colloider Substanz gefüllt

sind. Das Epithel, das sie auskleidet, ist ganz platt geworden. Bei *b* sind Acini abgebildet, in welchen die Epithelzellen quellen und das Lumen ganz erfüllen, nachdem die colloide Substanz verflüssigt wurde. Es zeigen sich daneben bereits kleine lymphoide Kerne. Der Acinus *c* zeigt, dass der Protoplasmakörper der Epithelzellen aufgelöst ist, dagegen die Kerne noch mehr gequollen, kaum gefärbt, aber noch kenntlich sind. Später zerfallen die gequollenen Epithelzellen ganz und die bindegewebigen Theile nehmen überhand, das epitheliale Organ ist bindegewebig geworden. Was den Anstoß zu diesen Veränderungen am Acinus giebt, darüber habe ich keine Untersuchungen angestellt.

Bei anderen Knochenfischen, z. B. bei Barbus, fand ich zwar gleichfalls Veränderungen an der Schilddrüse, allein ich konnte sie nicht so deutlich verfolgen, wie beim Karpfen, zweifle aber nicht daran, dass sie gleicher Natur sind. Bei Bitterlingen, Ellritzen u. a. sah ich regressive Metamorphosen an der Schilddrüse nie, vielmehr behielt sie stets ihren acinösen Bau. Bei sehr alten Exemplaren waren die den Acinus auskleidenden Epithelzellen ganz abgeplattet.

Entwicklung: Indem ich mich zur Schilderung der Schilddrüsenentwicklung bei der Forelle wende, will ich voraus bemerken, dass hier besagtes Organ ausschließlich aus einer unpaaren medianen Ausstülpung des ventralen Schlundepithels hervorgeht, welche in keiner direkten Beziehung zur Bildung der Kiemenspalten steht.

26—28 Tage nach der Befruchtung haben die Forellenembryonen eine Körperlänge von 6 mm erreicht. Das Medullarrohr ist vollkommen geschlossen. Am Kopfe, der uns speciell interessirt, zeigen sich die primären Gehirnblasen bereits gebildet. Die Augenblasen sind schon durch die vom Ektoderm abgeschnürte Linse eingebuchtet. Die Mundöffnung ist bereits vorhanden. Von den Kiemenbogen ist zu bemerken, dass der Hyoidbogen stark entwickelt ist und gegen die hinteren wahren Kiemenbogen vorspringt. Zwischen ihm und dem ersten wahren Kiemenbogen zeigt sich auch bereits eine deutliche Spalte. Die vier wahren Kiemenbogen sind als eben so viele dorsoventral gestellte Wülste zu erkennen, die durch seichte Furchen getrennt sind. Auf der ventralen Fläche zeigt sich nach Entfernung der Dottermasse der bereits S-förmig gekrümmte Herzschlauch, der sich nach vorn gabelig theilt in die zwei großen Arterien, welche im Hyoidbogen nach oben verlaufend sich in der dorsalen Mittellinie zur Aorta vereinigen. Die Arterien der vier wahren Kiemenbogen sind noch nicht gebildet.

Diese Verhältnisse lassen sich am lebenden Embryo mit der BRÜCKE'schen Lupe feststellen.

Fertigt man Schnitte an, so zeigt sich, dass noch kein Knorpel differenzirt ist. An Horizontalschnitten erstrecken sich vom Munddarm aus die epithelialen Ausstülpungen, welche zur Bildung der Kiemenspalten führen, jederseits nach der Körperoberfläche zu und haben das Ektoderm erreicht. Ein Lumen besitzt aber nur die Spalte zwischen Zungenbein- und erstem wahren Kiemenbogen, während an den hinteren Spalten die beiden einschichtigen Epithellamellen noch fest zusammenschließen. Das Epithel der Kopfdarmhöhle ist mehrschichtig kubisch. Der gekrümmte Herzschlauch lagert sehr dicht ventral unter dem Epithel der Kopfdarmwandung und da zeigt sich direkt vor seiner vorderen Theilung in die beiden großen Arterien des Hyoidbogens eine muldenförmige Ausbuchtung des Epithels, welche in die Gefäßgabeln hineinragt (Taf. VIII Fig. 1). Die Epithelauskleidung dieser Vorbuchtung zeigt genau dieselbe Beschaffenheit wie das Epithel der Schlundwand, in welches sie kontinuirlich übergeht. Sie stellt mehrschichtiges kubisches Epithel dar.

Diese erste Ausbuchtung, die nicht solid ist, deren Lumen offen mit der Mundhöhle kommunicirt, ist nicht rinnenförmig in die Länge gestreckt, sondern ihr Längsdurchmesser ist gerade so groß wie ihr querer. Sie ragt in die Gefäßgabel hinein, hängt aber nicht mit der Gefäßwand zusammen, ist vielmehr durch Bindegewebe deutlich von ihr getrennt; es ist kein Grund zu finden, warum hier der Kiemenarterienstamm mit dem Epithel der ventralen Schlundwand fester zusammenhängen soll, wie an anderen Stellen seines Verlaufs. Auch aus den späteren Stadien wird erhellen, dass das primäre Schilddrüsenbläschen nicht an die vorderste Kiemenarteriengabel gebunden ist. Es ist somit die, von W. MÜLLER versuchte, mechanische Erklärung der Entstehung der Schilddrüse durch Zug des Kiemenarterienstammes an dem mit ihm verwachsenen ventralen Schlundepithel fallen zu lassen.

Beobachten wir die unpaare Ausbuchtung des ventralen Schlundepithels einige Tage hindurch, so sehen wir, wie sie halbkugelig wird, sich schärfer von ihrem Mutterboden abhebt. Am 32. Tage ist sie kugelig geworden und hängt mit der Schlundwand nur noch durch einen soliden Stiel zusammen (Taf. VIII Fig. 3). Das Bläschen hat ein deutliches Lumen, seine Wand besteht nunmehr aus einer einfachen Lage kubischer Zellen. Am 35. Tage hat es sich vollständig von seinem Mutterboden abgelöst und liegt noch genau in der Ar-

teriengabel (Taf. VIII Fig. 2 und 4 *t*). Die Arterien für die vier wahren Kiemenbogen sind nun auch bereits als ganz dünne Kanälchen zu erkennen, doch bildet die Arterie des Zungenbeinbogens noch die mächtigste Aortenwurzel. Als nächstes Stadium finden wir am 41. Tage das genannte Bläschen etwas in die Länge gestreckt und nicht mehr in der vorderen Gabel der Kiemenarterie, sondern dicht ventral unter dem unpaaren Kiemenarterienstamme, also etwas nach hinten und ventral gerückt (Taf. VIII Fig. 5 *t*).

Um die Maße dieses Gebildes zu geben, so besitzt die erstgegenannte Ausstülpung des Schlundepithels einen Durchmesser von 0,04 mm und denselben zeigt auch das gerade abgeschnürte kugelige Bläschen. Zu dieser Zeit hat der Herzschlauch direkt vor der vorderen Theilung einen Durchmesser von 0,1 mm. Das zuletzt beschriebene etwas längsgestreckte Bläschen hat eine Länge von 0,06 mm und eine Dicke von 0,03 mm.

Ehe ich das weitere Verhalten dieses Gebildes, das, wie sich nachher ergeben wird, die Anlage der Glandula thyreoidea darstellt, beschreibe, mag es zweckmäßig sein die Veränderungen am Kiemenapparat und speciell den Kiemenarterien kurz zu besprechen, da uns dieselben einen Anhaltspunkt für die Weiterbildung der Schilddrüse gewähren.

Während die Knorpel der Schädelbasis sich bereits am 40. Entwicklungstage zu differenziren beginnen, folgen die Knorpel der Kiemenbogen erst 4 bis 5 Tage später nach. Um diese Zeit sind die Arterien der wahren Kiemenbogen noch viel schwächer als die Arterie des Hyoidbogens. Letztere nimmt hingegen an Lumen ab, erstere werden mächtiger, so dass am 51. Tage ein Zustand sich findet, in welchem sie ziemlich gleich weit erscheinen. Schon am 56. Tage zeigen sich die wahren Kiemenarterien viel stärker als die Arterie des Zungenbeinbogens und zugleich damit hat sich am vorderen Ende des Herzschlauches ein nunmehr längerer Kiemenarterienstamm gebildet, welcher die Arterien der einzelnen Kiemenbogen entsendet.

Die wahren Kiemenbogen rücken aus einander, es bilden sich die Kiemenspalten. Der Zungenbeinbogen lässt zugleich den Kiemendeckel entstehen. Die ventralen Schenkel der Kiemenbogen rücken viel weiter aus einander als die dorsalen. Ventral bildet sich die Zunge aus; zwischen jedem Kiemenbogenpaare entsteht eine Copula. außerdem ist das Längenwachsthum der unteren Schenkel der einzelnen Kiemenbogen verschieden, derart, dass dieselben an den

vorderen Kiemenbogen eine größere Länge erreichen als an den hinteren. Die dorsalen Schenkel lagern dicht zusammen der Schädelbasis an und können nicht merklich aus einander rücken. In Folge davon sind die Kiemenspalten ventral viel weiter als dorsal. Es sind diese Verhältnisse einerseits für die Topographie der Schilddrüse von Wichtigkeit, andererseits ist bei der Entwicklung der Thymus darauf zurückzukommen.

Wie verhält sich während dieser Vorgänge in der Entwicklung des Kiemenapparates das primäre Schilddrüsenbläschen?

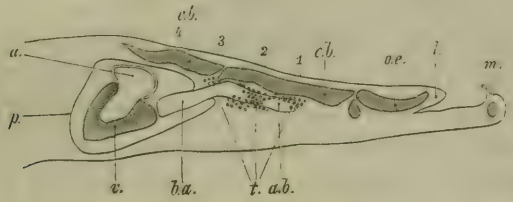
Im letztbeschriebenen Stadium lagerte es nicht mehr in der Theilungsgabel des Herzschlauches, sondern war etwas ventral und nach hinten verschoben unterhalb des Kiemenarterienstammes zu finden und zeigte sich in die Länge gestreckt. Die erste Veränderung, die an diesem Gebilde zu bemerken ist, ist das Auftreten einer stark lichtbrechenden Substanz in seinem Lumen. Schon am 41. Tage ist dies zu erkennen. In den nächsten Tagen beginnt das Bläschen Knospen zu treiben, welche zuerst als solide Auswüchse des Wandepithels erscheinen. Dieselben bekommen sehr rasch ein Lumen, in welchem, noch bevor die Abschnürung vom Mutterbläschen erfolgt, die erwähnte stark lichtbrechende Substanz auftritt. Sehr rasch schnüren sich diese Knospen dann vollkommen ab (Taf. VIII Fig. 6 *t*). Dieselben bleiben aber nicht alle ventral vom Kiemenarterienstamm gelagert, sondern sie erstrecken sich auch um dessen Cirkumferenz beiderseits nach oben, umwachsen ihn und kommen so schließlich zum Theil dorsal von ihm zu liegen, zwischen ihn und die Copulae der Kiemenbogen. Mit dem ersten Längenwachsthum des Kiemenarterienstammes in Folge der Ausbildung der wahren Kiemenarterien und dem Auseinanderrücken der ventralen Schenkel der Kiemenbogen hält das wuchernde Schilddrüsenbläschen gleichen Schritt, so dass sich dieser Gefäßstamm in seiner Ausdehnung vom Abgang der letzten Arterie bis zur vordersten Endtheilungsgabel von den kugligen Schilddrüsenbläschen umgeben zeigt. Die vorderste Gabel wird von nach vorn sich abschnürenden Bläschen sekundär wieder erreicht.

Dieser Zustand findet sich 77 Tage nach dem Streichen der Eier, drei Wochen nachdem die jungen Forellen das Ei verlassen haben. Alle diese Bläschen zeigen denselben Bau, wie ich ihn schon bei dem primären Schilddrüsenbläschen beschrieben habe, d. h. sie haben eine Wandung von kubischen Epithelzellen, welche alle einen deutlichen kugligen Kern besitzen und zeigen ihr Lumen ausgefüllt von einer stark lichtbrechenden Substanz, die man wohl als Colloid anzu-

sprechen berechtigt ist, da sie sich in nichts von derselben Substanz unterscheidet, die man in den Schilddrüsenacinis ausgewachsener Fische nachweisen kann.

In dem zuletzt geschilderten Befund ist bereits die spätere Vertheilung der Schilddrüsenknötchen gegeben (siehe Holzschnitt). Das ganze Organ wuchert in der nächsten Zeit so stark, dass es lange Zeit den Kiemenarterienstamm als einheitliche Masse umgiebt. Erst sehr spät bleibt sein Wachsthum hinter dem der Arteria branchialis zurück und löst sich das Ganze dann, wie oben angeführt, in eine Anzahl unregelmäßiger Knötchen auf, die theils median, theils paa-

Fig. 1.



Junge Forelle, 2,5 cm lang. Medianer Sagittalschnitt durch Unterkiefer, Zunge und Copulae der Kiemenbogen mit Herz und Kiemenarterienstamm, zur Veranschaulichung der Lagerung der Schilddrüse.

m Unterkiefer, *l* Zungenspitze, *o.e* Os entoglossum, *c.b* Copulae der Kiemenbogen, *p* Perikard, *a* Atrium cordis, *v* Ventriculus cordis, *b.a* Bulbus arteriosus, in den Kiemenarterienstamm (*a.b*) sich fortsetzend, *t* Schilddrüse. *1*, *2*, *3*, *4* Abgangsstellen der Arterien für die betreffenden Kiemenbogen.

rig dorsal oder ventral vom Kiemenarterienstamm liegen, stets aber sich nur in unmittelbarer Nähe dieses Gefäßstammes finden.

Einige Punkte bleiben in dieser Schilderung der Schilddrüsenentwicklung noch zu besprechen. Es ist dies zunächst die Verlagerung des primären Bläschens, welches aus der vorderen Gefäßgabel ventral und nach hinten rückt, so dass es dann direkt unterhalb des kurzen Kiemenarterienstammes lagert und da es in die Länge gestreckt ist, fast gerade so lang ist wie dieser Gefäßstamm von seinem Abgang aus dem Herzschlauch bis zu seiner vorderen Theilung. Dazu muss ich bemerken, dass ich diesen Zustand bei circa 20 Forellen von 41 und 42 Tagen mit Sicherheit konstatiren konnte. Es macht den Eindruck, als sei diese Verlagerung dadurch bedingt, dass sich mit der Anlage der Zunge Theile vor der primären Schilddrüsenanlage mächtiger ausbilden und zugleich die Arterie des Hyoidbogens nach vorn über dies Gebilde sich hinwegerstrecke, während der unpaare Kiemenarterienstamm an Länge zunimmt. In die-

ser Weise wird dann das Bläschen nach hinten gedrängt. Zugleich erklärt sich dann die spätere weitere Verbreitung von Schilddrüsengewebe, indem sich gleichzeitig die vier wahren Kiemenarterien bilden an der Strecke, in welcher das Schilddrüsenbläschen dem Gefäßstamm anliegt. Sobald das Bläschen anfängt selbständig zu wuchern, erreicht es nicht nur mit seinen Tochterbläschen die vordere Theilungsgabel wieder, sondern sendet solche auch zugleich in die Gabeln, die durch den Abgang der vier wahren Kiemenarterien gebildet werden, so dass es dann das ganze Gebiet des Kiemenarterienstammes beherrscht. Es ist dabei festzuhalten, dass sich das primäre Bläschen schon fand zu einer Zeit, wo die wahren Kiemenarterien noch nicht gebildet waren.

Es bleibt endlich noch zu bemerken, dass ich niemals im Stande war, eine Abschnürung von epithelialen Theilen paarig oder unpaar an anderen Stellen der Kiemenhöhle, als an der oben angegebenen, nachzuweisen, aus welcher sich Schilddrüsengewebe entwickelt hätte. Dagegen konnte ich leicht die Knospungsvorgänge am primären Schilddrüsenbläschen beobachten, und ist dies in Fig. 7 dargestellt.

Die ganze Topographie der Schilddrüse lässt sich leicht verstehen, wenn man bedenkt, dass die erste Anlage bereits da ist zu einer Zeit, wo die Kiemenbogen noch dicht zusammenlagern und dass die Wucherung dieser ersten Anlage lange Zeit gleichen Schritt hält mit dem In-die-Länge-Wachsen des Kiemenarterienstammes. Letzteres hängt wiederum ab vom Auseinanderrücken der ventralen Kiemenbogenenden, welches in der oben geschilderten Weise stattfindet.

Zum Schlusse fasse ich nochmals kurz die Befunde über die Schilddrüse der Teleostier zusammen:

Die Glandula thyreoidea der Knochenfische legt sich an als eine unpaare mediane Ausstülpung des ventralen Schlundepithels, direkt vor der vorderen Theilung des S-förmig gekrümmten Herzschlauches. Diese Ausstülpung schnürt sich sehr bald von ihrem Mutterboden ab und lagert dann als geschlossenes kugeliges Bläschen von einschichtigem kubischem Epithel ausgekleidet und mit Flüssigkeit gefüllt in dieser Gefäßgabel. In der Folge streckt sich das primäre Bläschen in die Länge und kommt, mit der Ausbildung der Zunge und der Arterien zu den einzelnen Kiemenbogen, ventral vom Kiemenarterienstamme zu liegen, ist also etwas nach hinten und ventralwärts gerückt. Es beginnt nun Knospen zu treiben, welche sich sehr schnell vom primären Bläschen abschnüren und als eben solche geschlossene mit

stark lichtbrechender colloider Substanz gefüllte Gebilde theils ventral vom Kiemenarterienstamme liegen bleiben, theils dieses Gefäß umranken und somit seitlich und schließlich dorsal von ihm lagern. Lange Zeit hält die Sprossung der Schilddrüse mit dem Längenwachsthum des Kiemenarterienstammes gleichen Schritt, so dass das Organ als kompakte Drüsenmasse dem Gefäße dicht anlagert. Von der Hauptmasse, die ventral liegt, erstrecken sich zungenförmige Ausläufer nach oben, und dies findet sich besonders in den Gefäßgabeln, die durch den Abgang der Arterien zu den einzelnen Kiemenbogen gebildet werden. Späterhin wird das Wachsthum ein geringeres, und dann zerfällt die Schilddrüse in viele unregelmäßige dem Kiemenarterienstamme anliegende Knötchen von verschiedener Größe.

Die Knötchen setzen sich aus geschlossenen Bläschen zusammen, welche von einschichtig-kubischem Epithel ausgekleidet, mit Flüssigkeit oder colloider Substanz gefüllt sind. Jedes Bläschen ist von einem feinmaschigen Blutgefäßkapillarnetz umsponnen, welches im interacinösen Bindegewebe verläuft. Bei ganz alten Fischen werden die Schilddrüsenacini dadurch verändert, dass die sie auskleidenden Epithelzellen quellen, das Lumen der Bläschen ausfüllen. Von der bindegewebigen Kapsel her dringen dann lymphoide Zellen ein, wodurch unter Degeneration der drüsig-epithelialen Elemente ein lymphoides Knötchen entsteht. Darin sind Anklänge an Veränderungen der Schilddrüse, wie sie bei anuren Amphibien sich finden, gegeben.

Für die Schilddrüse ist in Folge des geschilderten Entwicklungsmodus an der Homologie dieses Organes mit der Hypobranchialrinne der Tunicaten festzuhalten, und müssen paarige Anlagen bei höheren Wirbelthieren als sekundäre Zustände aufgefasst werden.

Die Thymus der Teleostier.

Indem ich zur Schilderung der Thymus, zunächst bei der Forelle übergehe, schließe ich mich am geeignetsten in der Weise an das Vorhergehende an, dass ich mit der Entwicklung dieses Organes beginne.

Die Thymus tritt bei der Forelle ontogenetisch drei Wochen später auf als die Schilddrüse, d. h. am 48.—50 Tage nach dem Streichen der Eier. Um diese Zeit sind die vier wahren Kiemenbogen ventral schon aus einander gerückt, dorsal liegen sie dagegen

so dicht zusammen, dass die beiden Epithelblätter noch fest zusammenschließen. Der Kiemendeckel ist so weit entwickelt, dass er die beiden vorderen wahren Kiemenbogen überdeckt, den dritten und vierten hingegen noch frei lässt. Knorpel ist in den Kiemenbogen gerade in der Differenzirung begriffen. Anlagen von Kiemenstrahlen fehlen noch gänzlich, die Kiemenbogen sind an ihrer Oberfläche noch vollkommen abgerundet; die Kiemenarterien sind schon stark entwickelt und besitzen ein Kaliber, das demjenigen der Arterie des Zungenbeinbogens fast gleich kommt, d. h. 0,1 mm.

Legt man durch die Köpfe von Forellen in diesem Stadium Sagittalschnitte, so dass man an seitlichen Schnitten sämmtliche Kiemenbogen in einem Bilde bekommt, so zeigt sich, dass an den dorsalen Enden der Kiemenspalten das einschichtige Epithel, welches die hintere Fläche des ersten wahren Kiemenbogens bekleidet, nicht einfach auf die vordere Fläche des zweiten Kiemenbogens sich umschlägt, sondern es findet sich an dieser Umschlagstelle eine Verdickung des Epithels, die solide, knospenförmig ist. Die Kerne der Zellen, welche diese Knospe zusammensetzen, zeigen eine kugelige Form und sind durch Boraxkarmin viel intensiver roth gefärbt, als die Kerne der einfachen Kiemenspalten-Epithellage, in welche die Knospe direkt übergeht. Dasselbe Verhalten zeigt sich an der Spalte zwischen zweitem und drittem wahren Kiemenbogen. An der folgenden Kiemenspalte zeigt sich eine kleinere Knospe und hinter dem vierten Kiemenbogen fehlt eine solche noch gänzlich (Taf. IX Fig. 10 *Th*). Beobachten wir diese Knospen, von welchen die beiden vordersten einen Durchmesser von 0,087 mm haben, die dritte und letzte eine Dicke von 0,05 mm zeigt, während der nächsten Tage, so bemerken wir, dass sie derart an Größe zunehmen, dass sie am 60. Tage zum Theil mit einander verschmolzen sind, ohne sich von ihrem Mutterboden abzuschnüren. Diese Verschmelzung zu einem einheitlichen starken Epithelwulst beginnt an der lateralen Grenze der Knospen und schreitet nach der Mittellinie des Körpers zu fort. Am 63. Tage nun finden wir lateral bereits eine einheitliche Zellenmasse, die sich dorsal vom 1.—3. wahren Kiemenbogen erstreckt und eine Länge von 0,5 mm, eine Dicke von 0,09 mm besitzt, weiter medial zerfällt aber das Organ gemäß den drei ersten Kiemenspalten in drei Knospen, auch zeigt sich nunmehr hinter dem vierten Kiemenbogen eine kleine 0,025 mm dicke Knospe, die erst im Verlauf der nächsten Tage mit dem einheitlichen Organ verwächst. Zu bemerken ist noch, dass bereits am 54. Tage Kiemenstrahlen an den wahren Kiemen-

bogen sich zu bilden beginnen, in welche am 63. Tage sich bereits Gefäßschlingen von den Kiemenarterien aus entwickelt haben.

Zu dieser Zeit sind die Kiemenbogen auch dorsal so weit aus einander gerückt, dass sie deutliche Spalten zwischen sich lassen. Das letztere auskleidende Epithel ist mehrschichtig geworden. Die oberen Schenkel der Kiemenbogen sind in der Art frei geworden, dass sie nur mit ihrem oberen, am meisten medial gelegenen Ende an der Schädelbasis angeheftet sind, so dass die Thymuswucherung lateral von dieser Anheftungsstelle gefunden wird, und gerade dadurch wird ein Verschmelzen der Thymusknospen ohne Abschnürung von ihrem Mutterboden möglich. Lateral von der Thymus zeigt sich der Kiemendeckel. Diese letzteren Verhältnisse stellen sich am übersichtlichsten an Querschnitten dar Taf. IX Fig. 9. Der Kiemendeckel hat sich so weit entwickelt, dass er die vier Kiemenbogen ganz überlagert. Die epitheliale Thymuswucherung ist zu dieser schon recht fortgeschrittenen Entwicklungsperiode noch mit ihrem Mutterboden, dem Kiemenhöhlenepithel, in festem Zusammenhang, geht überall kontinuirlich in dasselbe über, und dies Verhalten bleibt auch später bestehen; eine Thatsache, durch welche die Thymus der Knochenfische sich wesentlich von diesem Organe bei Selachiern, wie es Dohrn geschildert hat, unterscheidet. Dass es sich in dieser Weise nicht nur bei der Forelle, sondern auch bei anderen von mir untersuchten Knochenfischen so verhält, bleibt später zu besprechen. Zunächst ist auf die Umgebung der Thymus während ihrer ersten Anlage näher einzugehen, speciell ist die Pseudobranchie und Kopfniere zu betrachten, abgesehen von den Ganglienmassen des Vagus, welche dorsal von der Thymusanlage gefunden werden. Beide Organe haben, entgegen meiner früheren Angabe Beitrag zur Kenntnis der Pseudobranchien der Knochenfische), nichts mit der Thymus zu thun. Letztere entging damals meiner Beobachtung, da ich den Epithelwulst nicht als Thymus auffasste, dieselbe vielmehr schon von ihrem Mutterboden abgeschnürt suchte.

Die Pseudobranchie lagert in ihrem ersten Entwicklungsstadium dem Hyomandibulare an dessen medialer Fläche an, bekundet hiermit schon ihre Zugehörigkeit zum Zungenbeinbogen. Sie findet sich bei der Forelle als freie kiemenartig gebaute Form. Ihrer Lage nach ist sie nicht mit der Thymus zu verwechseln. Auch die Kopfniere kommt bei der Forelle desshalb nicht in Gefahr mit der Thymus verwechselt zu werden, weil sie viel weiter nach hinten liegt, derart, dass man beide Organe auf Querschnitten niemals in einem

Bilde bekommt, auch nicht bei Forellen, die schon mehrere Monate alt sind. Histologisch gleicht in späteren Stadien die Kopfniere der Thymus in hohem Grade, indem die ursprünglich allein sie zusammensetzenden Nierenkanälchen schon sehr frühe durch zwischen sie eindringende lymphoide Zellen aus einander gedrängt werden und später ganz verschwinden, so dass dann die Kopfniere den Eindruck eines lymphoiden Organs macht. Es stimmt dieser Befund mit den Angaben Balfour's (8) überein.

Hinter der Ohrkapsel treten aus dem Schädel mächtige Nervenstämme, die den Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius zusammensetzen. Diese und zwar speciell der Vagus bildet medial von der Thymus große Ganglienmassen, welche etwas weiter dorsal als die Thymus beginnen, aber noch in die Höhe dieses Organes herabreichen. Aus diesen Ganglien setzen sich sodann die verschiedenen Äste des Vagus fort, welchen die Thymus dicht anlagert, so dass sie nur durch eine dünne Bindegewebsschicht von ihnen getrennt ist.

Medial von den Ganglienmassen des Vagus verläuft der Längsachse des Körpers parallel jederseits die Vena jugularis, welche nach hinten bald den vorderen Rand der Kopfniere erreicht, wo sie nach unten verlaufend die Vena cardinalis aufnimmt. An der Strecke, wo sie medial von der Thymus vorbeiläuft, konnte ich nirgends nachweisen, dass sie von diesem Organe herkommende Blutbahnen aufnimmt, so wenig ich einen venösen Sinus im Bindegewebe um die Thymus auftreten sah, wie ihn v. Bemmelen (17) in einer vorläufigen Mittheilung bei der Selachierthymus beschrieben hat.

Bei Forellen von 3 cm Körperlänge fand ich zwar an Kopfquerschnitten die Thymus medial umgeben von einem Raume, der sich durch die Serie hindurch erstreckt, ich stehe jedoch nicht an, denselben als Kunstprodukt zu betrachten, da die Epithelien sich sehr leicht von ihrer Unterlage abheben und da ich andererseits sehr oft diesen Raum nicht fand, sowohl bei Forellen, als auch bei anderen Fischen. Wo dieser Raum vorhanden, konnte ich niemals Verbindungen irgend welcher Art mit der Vena jugularis nachweisen.

Suchen wir nunmehr ein Stadium, in welchem die Thymus zu einem einheitlichen kompakten Organ geworden ist, so finden wir dies am 77. Tage nach dem Streichen der Eier, also vier Wochen nach dem Ausschlüpfen der jungen Forellen. Um diese Zeit lagert die Thymus noch lateral von der Anheftungsstelle der Kiemenbogen an die Basis cranii und zwar erstreckt sie sich vom ersten bis zum

vierten Kiemenbogen, wie an Sagittalschnitten zu erkennen ist Taf. IX Fig. 12 *Th*. Sie stellt einen 0,55 mm langen, 0,15 mm dicken Wulst dar, welcher überall direkt in das die Kiemenhöhle auskleidende Epithel übergeht. Sie besitzt demnach eine frei in die Kiemenhöhle sehende Oberfläche, welche von plattem Epithel überzogen ist. Diese letztere Schicht ist genetisch ein Theil des Organes selbst, da sie die oberflächlichste, nunmehr differenzirte Schicht der ursprünglich gleichartigen Epithelwucherung, welche eben die Thymus darstellte, bildet. Das ganze Gebilde prominirt nicht in die Kiemenhöhle, sondern erstreckt sich in die Tiefe gegen das ihr zur Unterlage dienende Bindegewebe. Medial von ihr lagert, wie an Kopfquerschnitten zu beobachten ist, zu oberst die knorpelige Gehörkapsel, welche nach hinten aber noch von der Thymus überragt wird.

Unterhalb d. h. ventral von der Gehörkapsel lagert medial von der Thymus, somit auf dem gleichen Querschnitt zu sehen, die Ganglienmasse des Vagus. An letztere schließt sich die Vena jugularis an, im Querschnitt ihres Lumens getroffen, und zwar ventral und medial vom Vagus gelegen. Der Vorderrand der Kopfniere findet sich erst 0,4 mm hinter dem hinteren Rande der Thymus. Es lagert die Thymus mit ihrem längsten Durchmesser nicht parallel der Längsachse des Körpers, sondern sie ist derart schräg gestellt, dass ihr vorderes Ende der Medianlinie des Körpers näher liegt, als das hintere, dass also die beiden Thymus nach vorn konvergiren. Es ist dies an Horizontalschnitten zu konstatiren. Eben so sehen wir an solchen, dass die hintere Hälfte der Thymus medial an den dorsoventral herabsteigenden Vagus grenzt, mit ihrer vorderen Hälfte dagegen medial an zwei Gebilde heranreicht und zwar zu oberst an die Gehörkapsel und darunter an die von vorn nach hinten verlaufende Vena jugularis. Es ist indessen dabei zu bemerken, dass die Thymus keinem dieser Gebilde direkt anlagert, sondern dass sie von ihnen durch eine circa 0,05 mm dicke Schicht Bindegewebe getrennt ist.

Verfolgen wir die Thymus ferner in ihren späteren topographischen Verhältnissen, so zeigt sich, dass sie in den nächsten Monaten nicht die relative Länge beibehält, die sie in diesem Stadium zeigte. Sie reicht nicht mehr vom ersten bis zum vierten Kiemenbogen, lateral von deren Anheftung an die Schädelbasis, sondern die Hauptmasse des Organs ist nach hinten gerückt, derart, dass es nunmehr lateral von dem dritten und vierten Kiemenbogen sich findet und dieselben nach hinten noch etwas überragt. Zugleich kann man

verfolgen, in welcher Weise dies zu Stande kommt: die vorderen Theile der Thymus, welche im dorsalen Bereiche des ersten und zweiten Kiemenbogens lagen, werden dünner, schmächtiger, während der Schwerpunkt der Wucherung auf den hinteren Theil des Organs fällt, so dass es sich nach hinten, hinter die Ohrkapsel mächtiger ausdehnt. Ich konnte dies am deutlichsten an Forellen sehen, welche vier bis fünf Monate alt und zwischen 3 und 4 cm lang waren. Bei solchen ist die Thymus ein langgestrecktes schmales Organ, das an seinem hinteren Ende eine starke Verdickung zeigt. Die vordere dünne Strecke ist aber nicht in ihrer ganzen Ausdehnung von gleicher Dicke, sondern zeigt zwischen dem ersten und zweiten, sowie zwischen dem dritten und vierten Kiemenbogen je eine kleine Anschwellung, so dass hier gleichsam das Ganze in Knospen zerfällt, die durch dünne Substanzbrücken verbunden sind. Da das Organ überall in das Epithel der Kiemenhöhle direkt übergeht, so ergiebt sich, dass die zuletzt genannten Substanzbrücken eben das Epithel sind: sie zeigen den Bau, wie er der Thymus zukommt und sind noch erheblich dicker als das Epithel der Umgebung. Die Thymus zeigt im Ganzen eine Länge von 1,075 mm. Ihre Dicke beträgt in ihrem vorderen Theil, der fast die Hälfte der Länge ausmachte, 0,05 mm. Die hintere Hauptmasse des Organs besitzt eine Dicke von 0,15 mm. Das umgebende Epithel der Kiemenhöhle, in welches die Thymus überall direkt übergeht, ist nur 0,016 mm dick. Bei der Forelle werden sehr bald dann die vorderen schmächtigen Theile der Thymus ganz rückgebildet, bis auf die einfache Kiemenhöhlenschleimhaut, während der hintere Abschnitt weiter wächst. Derselbe lagert an der Stelle, welche auch späterhin der Thymus zukommt, nämlich hinter dem Gehörorgane, etwas ventral von ihm. Direkt vor ihr ist die Artikulation des vierten Kiemenbogens an der Schädelbasis. Medial von ihr findet sich der Vagus, dem das Organ dicht anlagert. Medial vom Vagus lagert die Vena jugularis. Die nach der Kiemenhöhle gerichtete Fläche der Thymus ist fest mit der Schleimhaut verwachsen, hat sich noch nicht abgeschnürt. Von späteren Stadien hatte ich Forellen von 20 cm Körperlänge, bei welchen die Thymus noch eben so anzutreffen war, dem Vagus anlagernd und andererseits fest mit der Schleimhaut der Kiemenhöhle verwachsen. Es geht hieraus hervor, das es bei der Forelle zu einer Abschnürung der Thymus von ihrem Mutterboden gar nicht kommt, da die sie überkleidende Schleimhaut, wie oben beschrieben, genetisch einen Theil des Organes selbst darstellt.

Die letztgenannten Forellen zeigen bereits das Verhalten des ausgewachsenen Zustandes. Doch erhält sich die Thymus nicht durchs ganze Leben. Bei ganz großen Forellen von 35—40 cm war ich nicht im Stande die Thymus aufzufinden, eben so wenig bei großen Barben, Karpfen und Gadus.

Die größte Forelle, bei welcher ich die Thymus fand, hatte eine Körperlänge von 25 cm. Es zeigte sich nämlich, dass, wenn ich bei diesen die Kiemenhöhlenschleimhaut direkt hinter der Ansatzstelle der Kiemenbogen an die Basis cranii ablöste, ein linsenförmiges Knötchen an der Schleimhaut haften blieb und sich mit herausnehmen ließ. Es lag dann in der Tiefe der Vagus bloß. Ich befand mich hier genau in dem Winkel, den das obere Ende des Schultergürtels mit der Schädelbasis bildet, mithin an der von Leydig und Stannius für die Lage der Thymus angeführten Stelle. Ohne Verletzung war das erwähnte Knötchen nicht von der Schleimhaut loszupräpariren, und daher konnte ich es nur mit seinem Überzug herausnehmen. Es hatte oval-linsenförmige Gestalt. Seine Länge war 4 mm, Breite 3 mm, Dicke 0,9 mm. Seine Oberfläche war leicht höckerig.

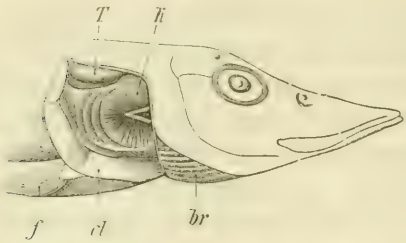
Auch bei kleinen Karpfen und Barben konnte ich eine Thymus nachweisen. Da sie bei den ganz großen Individuen fehlt, so erhellt, dass sie im höheren Alter einer Rückbildung verfällt.

Ehe ich mich nun zum histologischen Verhalten der Thymus bei der Forelle wende, will ich noch die Lagebeziehungen dieses Organes bei anderen Knochenfischen kurz besprechen.

Die Thymus des Hechtes verhält sich in ihren frühen Zuständen ähnlich wie bei der Forelle. Das früheste Stadium, das mir zugänglich war, zeigte indess die Thymus als kompaktes Organ, einzelne Knospen sah ich nicht mehr. Es handelt sich um Hechte von 12 mm Körperlänge. Bei solchen waren die Kiemenbogen schon frei, die Thymus zeigte sich als längsgestellter Zellwulst lateral von der Anheftung der dorsalen Kiemenbogenenden an die Schädelbasis und zwar erstreckt sie sich vom ersten bis vierten Kiemenbogen. Die Kopfniere liegt weit hinter ihr. Dass auch hier der hintere Theil des Organes bald sich mächtiger ausbildet, war an 3 cm langen Hechten leicht zu konstatiren. Am übersichtlichsten konnte ich bei Hechten von 15 cm Körperlänge die Thymus durch Präparation darstellen (siehe Holzschnitt). Trägt man bei solchen Thieren die hintere Hälfte des Kiemendeckels ab, indem man letzteren vorsichtig an seiner oberen Anheftungslinie an den Schädel durchschneidet und ihn dann durch einen senkrecht nach unten geführten Schnitt ganz

entfernt, so liegt der hintere Theil der Kiemenhöhle bloß und kann von der Seite her leicht übersehen werden. Man erkennt dann vor der Anheftung des Schultergürtels an den Schädel einen längsgestellten Wulst, welcher dem hintersten Theil der Schädelbasis anlagert. Die Kiemenbogen liegen ventral davon und ihre Artikulationen mit der Schädelbasis liegen weiter nach vorn. Es ergiebt sich hieraus, dass das Organ jetzt weit hinter der Stelle seiner ersten Bildung gelegen ist. Die Art und Weise dieser scheinbaren Verlagerung entspricht genau dem Vorgang, wie ich ihn bei der Forelle geschildert habe. Auch beim Hechte lagert jetzt das Organ der Schleimhaut der Kiemenhöhle so fest an, dass man seine Konturen deutlich erkennen kann ohne die Schleimhaut abzupräpariren. Versucht man Letzteres, so verletzt man die Thymus. Präparirt man die Thymus mit ihrem Schleimhautüberzug heraus, so findet man, dass sie nicht direkt der Schädelbasis anlagert, wie dies die weiter vorn gelagerte Pseudobranchie thut, sondern man stößt unter der Thymus auf starke Nervenäste, die dem Vagus angehören, so wie auf Muskeln, welche von der Schädelbasis zum Schultergürtel herablaufen. Zwischen Pseudobranchie und Thymus sind die vier wahren Kiemenbogen eingeschaltet, so dass beide nicht zu verwechseln sind.

Fig. 2.



Kopf eines 15 cm langen Hechtes. Kiemendeckel entfernt. *T* Thymus, *k* Kiemen, *br* Radii branchiostegi, *cl* Clavicula, *f* Brustflosse. $^1/_1$.

Da die Thymus, als welche sich der geschilderte Längswulst am hinteren dorsalen Ende der Kiemenhöhle durch die mikroskopische Untersuchung kund giebt, der Kiemenhöhlenschleimhaut fest anlagert, so ist letztere auch auf der Abbildung nicht entfernt. Bei Hechten von 35—40 cm Körperlänge fand sich die Thymus nicht mehr in der relativen Größe, wie bei dem eben geschilderten Stadium. Sie findet sich zwar noch an derselben Stelle, besteht aber aus einem kleinen unbedeutenden Knötchen, das mikroskopisch sich als in regressiver Metamorphose begriffen darstellt. Bei größeren Exemplaren konnte ich von der Thymus überhaupt nichts mehr nachweisen.

Bei Leuciscus rutilus verhält sich die Thymus genau wie bei der Forelle. Es wurden Exemplare von 1—3 cm Körperlänge untersucht. Das Organ nimmt hier sehr frühe schon seinen Platz hin-

ter und lateral von der Ansatzstelle des vierten Kiemenbogens an die Basis Cranii ein, und stellt alsdann ein fast kugliges Gebilde dar, während es früher spindelförmig sich über die dorsalen Enden sämmtlicher vier Kiemenbogen erstreckte. Beachtenswerth ist, dass auch hier die Kopfniere weit hinter der Thymus gelagert ist. — Cyprinus carpio und Rhodeus amarus zeigen betreffs der Thymus ein von dem seitherigen abweichendes Verhalten. Während in früher Periode die Thymus wieder als spindelförmiger Zellwulst dorsal in der Kiemenhöhle lagert, fällt später der Schwerpunkt des Wachsthums nicht an das hintere Ende des Organs, wie es bei der Forelle, dem Hecht und Leuciscus der Fall war, sondern die Mitte der Spindel wuchert mächtiger, so dass sich von derselben ein solider mächtiger Zapfen nach oben erstreckt. Dadurch wird auch die Lagebeziehung zum Gehörorgan eine andere, d. h. die Thymus lagert dann nicht mehr hinter demselben, sondern lateral von ihm. Bei einem jungen Karpfen von 4,7 cm Körper- und 5,2 mm Kopflänge erstreckte sich die mächtige Thymus noch vom ersten bis vierten Kiemenbogen an der bekannten Stelle. Sie besaß eine Länge von 2 mm. In ihrer Mitte erhob sich ein mächtiger Zapfen von 0,6 mm Dickendurchmesser. Seine Höhe maß 1,6 mm, während vor und hinter ihm der schmächtigere Theil der Thymus nur 0,23 mm hoch war. Die Dicke der Kiemenhöhlenschleimhaut betrug an anderen Stellen nur 0,05 mm. In diese ging die Thymus direkt über. Bei einem alten Bitterling, von welchem man in völlig ausgewachsenem Zustande wegen seiner Kleinheit leicht Schnitte durch den ganzen entkalkten Kopf fertigen konnte, zeigte sich der genannte Thymuszapfen nicht mehr so mächtig, sondern ging als dünner Zellenstrang nach oben. Mit seiner Basis saß er wieder der Schleimhaut der Kiemenhöhle auf, lateral von der Ansatzstelle der Kiemenbogen an die Basis cranii. Die Schleimhaut zeigte sich hier in der Ausdehnung vom ersten bis vierten Kiemenbogen noch bedeutend verdickt und von dem Bau, wie er der Thymus auch sonst zukommt. Das ganze Organ macht indessen schon den Eindruck eines in regressiver Metamorphose begriffenen Gebildes. Bei Acanthopteren, wenigstens bei den von mir untersuchten Formen, zeigte sich das Verhältnis der Kopfniere zur Thymus anders als bei Physostomen, in so fern erstere weiter vorn gelagert mit ihrem Anfangstheile der Thymus dicht anliegt, von ihr oft nur durch Vagusäste getrennt ist. Weiter nach hinten schieben sich auch häufig die Vena jugularis und Muskeln dazwischen. Von den betreffenden Fischen standen mir, wie es auch

bei Esox. Leuciscus. Cyprinus und Rhodeus der Fall war, nicht mehr Stadien zur Verfügung, welche die erste Anlage der Thymus, d. h. den Zustand von Knospen der einzelnen Kiemenspalten gezeigt hätten, sondern dieselben waren bereits zu einem einheitlichen kompakten Organ verschmolzen. Die Lagerung dieses Organes aber und speciell die Ausdehnung, in spindelförmiger Gestalt, vom ersten bis vierten Kiemenbogen an deren dorsalen Enden deuten darauf hin, dass auch hier der Entwicklungsmodus derselbe wie bei der Forelle ist, d. h. dass jede Kiemenspalte dabei betheiligt ist. Ferner geht auch bei diesen Fischen die Thymus überall kontinuirlich in die Schleimhaut der Kiemenhöhle über.

Bei Cottus gobio, Zoarces vivipara und Gasterosteus aculeatus zeigte sich stets wie bei der Forelle in späteren Jugendstadien die Thymus an ihrem hinteren Ende mächtig entwickelt, während die vorderen Theile sich frühzeitig rückbildeten (Taf. IX Fig. 13 *Th*). Es fand sich niemals ein mittlerer Zapfen, wie ich ihn bei Cyprinus carpio und Rhodeus amarus beschrieben habe. Einen sehr instruktiven Befund bot Cottus gobio bei einer Körperlänge von 2,5 cm. Hier zeigte sich die Thymus relativ so groß, wie ich sie bei keinem der von mir untersuchten Knochenfische gefunden habe. Sie erstreckte sich noch an der bekannten Stelle vom ersten bis vierten Kiemenbogen, besaß eine Länge von 1,1 mm und eine Dicke von 0,425 mm. Ihre Höhe war verschieden, so dass die vordere Hälfte, welche ventral und etwas lateral von der Ohrkapsel lag, nur 0,2 mm, die hintere dagegen, die hinter dem Gehörbläschen lag, gerade doppelt so viel, nämlich 0,4 mm maß. Die Kopfniere zeigte sich auf Querschnitten mit dem hinteren stärkeren Theil der Thymus in gleichem Bilde und war zuerst nur durch einen Vagusast von ihr getrennt; weiter hinten trat dann ein mächtiger Muskel dazwischen.

Die kleinsten Exemplare, die mir von Zoarces vivipara zur Verfügung standen, hatten eine Körperlänge von 6 cm. Bei diesen hatte die Thymus eine im Ganzen kubische Gestalt und war hinter der Gehörkapsel gelagert, so dass sie dem hinteren verdickten Theile des Organes bei Cottus gobio entsprechen mag. Auch hier lagerte die Kopfniere in gleichem Querschnitt mit jenem Organe, war nur durch die Vena jugularis und Vagusäste von ihr getrennt. Doch hing die Thymus wieder mit der Kiemenhöhlenschleimhaut in direktem Zusammenhang, so dass beide Organe leicht aus einander zu halten waren (Taf. IX Fig. 13). Bei Gasterosteus aculeatus stimmen die Befunde mit der zuletzt beschriebenen Form überein. Da ich recht

alte Stichlinge schneiden konnte, fand ich Stadien, in welchen die Thymus nicht mehr mit ihrer ganzen Basis der Kiemenhöhlenschleimhaut aufsaß, sondern nur noch durch einen soliden Stiel mit ihr in Verbindung stand. Zugleich fand sich ein centraler Erweichungsherd, was bei dem histologischen Befunde zu besprechen bleibt.

Histologisches: Die Thymus in ihrem histologischen Verhalten den anderen Organen einzureihen ist desshalb außerordentlich schwer, weil dieselbe, aus Epithelien hervorgehend, später ein Verhalten zeigt, das sonst nur Gebilden des mittleren Keimblattes, den Lymphdrüsen, zukommt. Es findet sich überall angegeben, dass die epitheliale Anlage der Thymus sehr frühzeitig von bindegewebigen Elementen durchwachsen wird und dass letztere durch weitere Wucherung die epithelialen Elemente erdrücken, zur Atrophie bringen, so dass dann wirklich ein lymphoides Gebilde resultire. Die epithelialen Theile sollen nicht gänzlich schwinden, sondern in den concentrischen Hassall'schen Körperchen noch zum Theil erhalten bleiben.

Sehen wir, wie sich die erste Anlage der Thymus bei der Forelle histologisch verhält und verfolgen wir dieselbe dann durch alle Stadien, wie dies auch im topographischen Theile geschehen ist.

Die ersten Thymusknospen der Forelle bestehen, wie oben beschrieben, aus einer epithelialen Wucherung des dorsalen Endes der Kiemenspalten Taf. VIII Fig. 14 und 14 *a*. Die Zellen dieser ersten Knospen zeigen bereits ein Verhalten, das von dem der Kiemenepithelzellen abweicht. Es ist zunächst zu konstatiren, dass die betreffenden Zellen wirklich Epithelzellen sind, und dies wird mit Sicherheit dadurch bewiesen, dass sie ganz direkt in die Kiemenepithelzellen übergehen. Unter dem Epithel zieht eine Membrana propria hin, welche eine scharfe Grenze gegen das unterliegende Bindegewebe abgiebt und diese umzieht auch vollkommen deutlich die Thymusknospen. Es ist ferner leicht zu erkennen, dass die Thymuswucherung sich zuerst aus vollkommen gleichartigen Elementen zusammensetzt, dass sich nicht heterogene Zellen in ihr finden. Ihre Elemente unterscheiden sich von den Kiemenepithelzellen, in welche sie direkt übergehen, besonders dadurch, dass die Zellgrenzen nicht zu erkennen sind, dass ihre Kerne kleiner, kugelig, sehr dicht an einander gelagert sind, und sich viel intensiver färben. Sowohl die tiefste wie die oberflächlichste Schicht zeigt keinen Unterschied von diesem Verhalten. Die Kiemenepithelzellen lassen deutliche Zellgrenzen erkennen, ihre Kerne sind oval, blass gefärbt, zeigen deutliche Kernstruktur, was bei den primären Thymuselementen verwischt ist. Letztere gleichen sofort lymphoi-

den Elementen und zwischen den einzelnen Thymusknospen zeigt sich kein Unterschied im histologischen Verhalten. Wenn mit dem Freiwerden der Kiemenbogen die Knospen an ihren lateralen Enden zu verschmelzen beginnen, so zeigen sie schon nicht mehr genau dasselbe Verhalten. Es fand sich dies bei 63 Tage alten Thieren, die seit 10 Tagen das Ei verlassen haben. Die kompakte Thymusmasse besteht aus sehr dicht gelagerten gleichartigen Kernen, welche am Rande der Wucherung kontinuirlich in die Epithelzellen der Kiemenhöhlenschleimhaut übergehen (Taf. VIII Fig. 15). Allein jetzt schon zeigt sich die oberflächlichste Zellschicht aus ganz platten großen Epithelzellen bestehend, so dass das Organ nun einen einfachen epithelialen Überzug hat, der jedoch aus Zellen dieses Gebildes selbst hervorgegangen ist. Zu dieser Zeit ist ein weiterer Befund zu bemerken: es findet sich nämlich an der Grenze der Thymus nach dem subcutanen Bindegewebe zu, die Anlage einer bindegewebigen Kapsel, welche aus länglich gestreckten spindelförmigen Zellen besteht. Von dieser Kapsel aus sieht man schon an einzelnen Stellen verästelte Bindegewebszellen in die Masse der Thymus zwischen deren Zellen eindringen. Es findet sich dies, wie gesagt, nur an wenigen Stellen, so dass man es bloß auf einzelnen Schnitten nachweisen kann. Diese Elemente besitzen langgestreckte spindelförmige Kerne, die blass gefärbt sind, und die Fortsätze ihres Plasmakörpers zwischen die runden Kerne der Thymuswucherung schicken. Letztere machen den Eindruck von lymphoiden Elementen. Nur der Vergleich mit früheren Stadien und ihr direktes Übergehen in die tieferen Schichten des Kiemenepithels am Rande des Organes beweist ihre epitheliale Natur. Die beschriebenen bindegewebigen Elemente beschränken sich auf die tiefstgelegenen Theile der Thymus, ganz nahe der bindegewebigen Kapsel. In der Mitte so wie nach der Oberfläche zu besteht die Thymus noch ausschließlich aus Zellen der epithelialen Wucherung. Blutgefäße sind bei diesem Stadium im Inneren der Thymus noch nicht nachzuweisen. Eben so fehlen die eindringenden bindegewebigen Elemente vollständig an den medialen Theilen der Thymus, da wo dieselbe noch aus nicht vereinigten Knospen besteht. Im folgenden Stadium, das ist bei 77 Tage alten Forellen, die seit vier Wochen das Ei verlassen haben, besteht die Thymus aus einer Masse ganz gleichartiger Kerne, welche denselben lymphoiden Charakter haben wie früher. Bei schwacher Vergrößerung imponirt das Ganze noch immer als epitheliale Verdickung, während man mit starker Vergrößerung an dünnen

Schnitten zwischen den lymphoiden Kernen bindegewebige verästelte Zellen nachweisen kann, die an der dem subcutanen Bindegewebe zugekehrten Grenze des Organes direkt mit den Elementen der bindegewebigen Kapsel zusammenhängen. Die freie der Kiemenhöhle zugewandte Fläche des Organes wird von plattem Epithel überzogen. Ein Zerfallen in Follikel ist nicht vorhanden; eben so fehlen noch Blutgefäße in der Thymus. Der Fortschritt gegen frühere Stadien liegt in der völligen Durchsetzung des Gebildes durch Bindegewebe, das in Form von verästelten Zellen zwischen die primären Elemente der Anlage einwucherte. Dass die lymphoiden Kerne, welche die Hauptmasse der Thymus bilden, wirklich epithelialen Ursprungs sind und nicht etwa bindegewebige Theile, die erst in die epitheliale Wucherung einwanderten, wird durch verschiedene Thatsachen bewiesen. Zunächst sind die Elemente alle vollkommen gleichartig. Ferner sind sie durch eine Membrana propria gegen das subcutane Bindegewebe abgegrenzt. Diese Membran wird nur an den Stellen durchbrochen, an welchen die vorher beschriebenen verästelten Bindegewebszellen in das Organ eindringen. Drittens gehen an der Grenze des Organs die lymphoiden Elemente direkt in die Epithelzellen der Kiemenhöhlenschleimhaut über. Den einwuchernden Zellen des mittleren Keimblattes kommt in diesem Stadium nur die Bedeutung von Stützgewebe zu, da wie gesagt Blutgefäße noch nicht nachzuweisen sind.

Der epitheliale Charakter der Thymuszellen des letztbeschriebenen Stadiums wird endlich noch am deutlichsten bewiesen durch einen Vergleich mit älteren Zuständen, bei welchen den bindegewebigen Theilen eine größere Betheiligung am Bau der Thymus zukommt.

Es handelt sich um circa vier Monate alte Forellen Taf. VIII Fig. 16). Hier bestehen die bindegewebigen Theile der Thymus nicht mehr aus verästelten Zellen, sondern sie stellen Bindegewebszüge dar, welche von der bindegewebigen Kapsel her eindringen und nunmehr auch Blutgefäße führen. In den Maschen dieser Bindegewebszüge liegen Zellen zweierlei Art, die jetzt schon in ihrer Anordnung ein charakteristisches Verhalten zeigen, das sie späterhin auch beibehalten.

Die Thymus hat jetzt so wie später im Allgemeinen linsenförmige Gestalt, somit zwei sie begrenzende Flächen. Die tiefe erhält vom unterliegenden Bindegewebe einen Überzug, aus welchem das Organ seine Blutgefäße und übrigen mesodermalen Theile bezieht. Die andere Fläche der Thymus sieht frei in die Kiemenhöhle; aus

den oberflächlichsten Epithelzellen wird hier ein abschließender Überzug gebildet.

Die primären Thymuszellen haben sich in so fern verändert, als ihre Kerne größer geworden sind, sich weniger intensiv färben und deutliche Struktur erkennen lassen, kurz ein Verhalten zeigen, das man, wenn spätere Stadien in Vergleich gezogen werden, als Beginn eines Rückfalls in ihren epithelialen Charakter bezeichnen darf. Diese Zellen finden sich in der Tiefe der Thymus, lagern also der fibrösen Unterlage direkt auf und bilden noch die Hauptmasse des Organs. Nahe der freien Oberfläche der Thymus findet man kleine intensiv gefärbte Kerne, welche sich gegen die vorerwähnten Elemente scharf absetzen. Dieselben stehen an vielen Stellen durch bindegewebige Züge, die von der Kapsel her eindringen, mit letzterer in Verbindung und dokumentiren sich dadurch als eingewanderte Elemente, zumal auch zwischen den Bindegewebsfasern der Kapsel zahlreiche solche Zellen sich finden. Auch jetzt zeigt sich noch kein Zerfall in Follikel: In den tieferen Lagen findet man die größeren epithelialen Thymuszellen, dann folgt näher der Oberfläche eine Zone kleiner bindegewebig-lymphoider Zellen und die freie Oberfläche hat endlich einen epithelialen Überzug, zwischen dessen Zellen überall auch lymphoide Elemente eingelagert sind. Das Ganze ist gleichmäßig von bindegewebigen Faserzügen durchsetzt, die von der Kapsel her eindringen und nur an deren Eintrittsstelle ist die Membrana propria, welche noch immer die Thymus eben so wie das umgebende Kiemenepithel gegen das unterliegende Bindegewebe abschließt, durchbrochen. Die so eben gegebene Deutung der verschiedenen Thymuselemente ließ sich natürlich nicht aus der Betrachtung dieses Stadiums allein geben, sie wäre sonst eine rein willkürliche gewesen. In einem späteren Stadium finden wir indessen einen Zustand, der den zuletzt gegebenen Schilderungen ihre Berechtigung giebt.

In diesem Stadium setzt sich die Thymus theilweise aus Follikeln zusammen und zwar bilden diese Follikel nur eine intermediäre Zone, während einerseits die tieferen Theile des Organs aus einem Gewebe bestehen, das offenbar zum größten Theile die Reste der epithelialen Thymusanlage darstellt, andererseits oberflächlich ein abschließender Epithelüberzug sich findet. Der genauere Befund ist folgender (Taf. VIII Fig. 17): Nimmt man bei einer Forelle von 18—20 cm Körperlänge die Thymus mit ihrer bindegewebigen Umgebung heraus und zerlegt sie in Schnitte, so zeigt sich der binde-

gewebige Überzug der tiefen Thymusfläche aus faserigem Bindegewebe bestehend. Die Fasern sind jedoch aus einander gedrängt durch zwischengelagerte Reihen lymphoider Zellen, welche tangential zur Thymusoberfläche lagern (Taf. VIII Fig. 17 *l* und 18 *α*). Dieselben bilden fünf bis sechs koncentrische Schichten und stellen offenbar Bildungsherde von Lymphzellen dar. Die Kerne sind klein, intensiv gefärbt, und lassen keine Zellgrenzen erkennen. Von der so gebildeten Kapsel treten Blutgefäße zur Thymus. Die Wandung der Gefäße ist ebenfalls von lymphoiden Zellen dicht durchsetzt und dadurch sehr verdickt (Taf. VIII Fig. 17 und 18 *γ*). Diese lymphoiden Zellen hängen kontinuirlich mit den gleichen Elementen der Kapsel zusammen. Verhältnisse, die später genauer zu besprechen sind. Die eigentliche Thymus beginnt mit einer Membran, welche direkt in die Membrana propria übergeht, die das Kiemenschleimhautepithel gegen das subcutane Bindegewebe abgrenzt. Auf diese Membran folgt eine breite Zone der Thymus, die, wie gesagt, zum größten Theil von Epithelzellen abstammen muss (Fig. 17 *2* und 18 *β*). Es lagern nämlich zwischen den Bindegewebszügen und Blutgefäßen, die von der Kapsel her in unregelmäßigen Abständen eintreten, große blasse Zellen, deren Kerne groß, theils oval, theils rund, blass gefärbt sind und deutliche Struktur zeigen. Diese Zellen haben einen deutlichen Protoplasmakörper und scharfe Zellgrenzen. Ihre tiefste Lage, die direkt der Membrana propria auflagert, zeigt vollkommen epitheliales Verhalten. Die Elemente liegen fest an einander, ohne Zwischensubstanz. Nach dem Inneren der Thymus zu werden diese Zellen durch bindegewebige Theile mehr aus einander gedrängt. Sie liegen dann theils einzeln, theils in Gruppen zusammen. Die einzelnen sind meist sehr groß, ihr Kern ist kuglig und kaum gefärbt, ihr Plasmaleib koncentrisch gestreift. Die in Gruppen zusammenlagernden bilden theils unregelmäßige Zellkomplexe, theils formiren sie koncentrische Körper.

Zwischen diesen nunmehr leicht als epitheliale Elemente zu erkennenden Zellen finden sich einzelne lymphoide Elemente, die jedoch gegen die ersteren an Menge sehr in den Hintergrund treten. Die ganze tiefe Zone der Thymus zeigt eine blasse Färbung, die nur von radiär hindurch verlaufenden dunkel gefärbten Streifen durchzogen wird, welch' letztere die von der Kapsel her eintretenden Faserzüge mit den Gefäßen darstellen. Diese Züge sind in Folge ihrer schon vorhin erwähnten Durchsetzung mit lymphoiden Zellen dunkler gefärbt als ihre Umgebung. Die Streifen erstrecken sich in

eine oberflächlichere Zone der Thymus hinein, die man als Follikelzone bezeichnen kann (Taf. VIII Fig. 17 *3*). Sie setzt sich zusammen aus wirklichen Lymphfollikeln von ganz verschiedener Größe und unregelmäßiger, meist rundlicher Gestalt. Durch Bindegewebszüge von einander getrennt, bestehen diese Follikel aus massig zusammengelagerten kleinen Kernen, die so dicht liegen, dass man kaum ein retikuläres Bindegewebe dazwischen erkennen kann. Die Follikel grenzen direkt an die überziehende Epithelschicht, zwischen deren Zellen lymphoide Elemente eingestreut liegen, so dass die Epithelzellen in den tieferen Lagen vielfach aus einander gedrängt sind. Es entstehen dadurch sehr charakteristische Bilder (Taf. VIII Fig. 20). Ein eigenthümliches Verhalten zeigt der Rand der Thymus, d. h. die Stelle, an welcher das Organ nach allen Richtungen hin in die Schleimhaut der Kiemenhöhle übergeht (Taf. VIII Fig. 19). Hier können wir nicht mehr eine tiefe epitheliale und oberflächliche Follikelzone unterscheiden, sondern wir sehen vom bindegewebigen Überzug aus der Tiefe her Faserbündel senkrecht das sich zur Schleimhaut verjüngende Organ durchsetzen und zwischen diesen Bündeln liegen parallele Reihen lymphoider Zellen. Dazwischen liegen einzelne Epithelzellen, die an der Oberfläche wieder einen Überzug bilden. Weiter nach dem Rande zu nehmen die lymphoiden Elemente an Zahl ab, so dass dann ein regelmäßiges mehrschichtiges Schleimhautepithel allmählich daraus hervorgeht.

Das Verhalten von Epithel und Bindegewebe bei dem Aufbau der Thymus der Forelle ist demnach folgendes: Im Anfange, wenn sich die Knospen bilden, geben die wuchernden Epithelzellen ihren Charakter als solche auf, nehmen lymphoides Aussehen an. Dies behalten sie so lange bei, als sie weiter wuchern und die Hauptmasse der Thymus bilden. Sehr frühe, etwa 8 Tage nach dem ersten Auftreten der Knospen, wenn diese mit einander zu verschmelzen beginnen, wuchern von der Umgebung Bindegewebselemente ein, die indessen nur als Stützgewebe und dann als Träger der Blutgefäße in Verwendung kommen. Erst sehr spät, nach 2—3 Monaten, dringen von der Kapsel her lymphoide Elemente längs der Bindegewebszüge und Gefäße ein und zwar erfolgt dies dann, wenn die primären epithelialen Elemente, allmählich in ihrer Proliferation erschöpft, ihr lymphoides Aussehen verlieren und auch äußerlich ihren epithelialen Charakter wieder annehmen. Dann erst brechen die bindegewebig lymphoiden Zellen in das Innere des Organs herein und etabliren sich in einer intermediären Zone; hier lassen sie Gebilde hervorgehen, die den

Schleimhautfollikeln, wie wir sie im ganzen Darmkanale höherer Wirbelthiere finden, ähnlich sehen, nur dass sie bei der Thymus wirklich inmitten des Schleimhautepithels lagern, da die Reste der epithelialen Anlage einerseits in einer tiefen Zone von gequollenen Zellen, andererseits als epithelialer Überzug erhalten bleiben. In dem zuletzt geschilderten Stadium kommt also dem mittleren Keimblatte eine viel bedeutendere Betheiligung am Bau der Thymus zu als vorher. Es lässt die intermediäre Follikelzone entstehen. Die Elemente dieser Follikel sind, wie oben gesagt, sehr dicht gelagerte lymphoide Kerne, die einen protoplasmatischen Zellkörper kaum erkennen lassen. Selbst das reticuläre Bindegewebe, in welches diese Kerne eingelagert sind, ist kaum zu erkennen, so dicht sind letztere gelagert. Dieselben bleiben indessen nicht lange unverändert, sondern sie erfahren eine charakteristische Rückbildung.

Man sieht als erste Veränderung, dass der Inhalt der genannten Kerne zerfällt, indem er entweder zwei gleich große Körper, von der Kernmembran umgeben, bildet, oder in drei und mehr Körper von verschiedener Größe bis zu fast punktförmigen Gebilden zerklüftet ist (Taf. VIII Fig. 21). Die größeren dieser Kerntheile zeigen mit Karmin gefärbt noch eine feine Punktirung, die an Kernstruktur erinnert, während die kleineren ganz homogen roth tingirt erscheinen. Mit dem Freiwerden dieser Kernzerfallsprodukte erhält man im Gesichtsfeld ein Gemenge ganz verschieden großer Gebilde, die so allmählich in einander übergehen, dass die Grenze zwischen wirklichen Kernen und Kernresten nicht mit Sicherheit gezogen werden kann. Diese Unterscheidung wird noch erschwert durch die Struktur, welche die größeren dieser Gebilde besitzen.

Die beschriebenen Kernderivate finden sich nicht ganz ausschließlich in den Follikeln der Thymus, sondern zeigen sich auch zwischen die Zellen des die Thymus nach der Kiemenhöhle abschließenden Epithels eingelagert. Auch gelangen sie, letzteres durchwandernd, an die freie Oberfläche, werden somit in die Kiemenhöhle ausgestoßen. Während um diese Zeit die Follikel aus einem gleichmäßigen Gemische verschieden großer Kerne und deren Zerfallsprodukten bestehen, ist späterhin zu beobachten, dass die größeren Kerne seltener werden und besonders im Centrum jedes Follikels sich die kleinsten Körnchen sammeln und hier in dichten Massen zusammenliegen. Sie verlieren dann theilweise ihre Tinktionsfähigkeit und bilden als feinkörniger Detritus die Füllmasse einer unter Einschmelzung des reticulären Bindegewebes entstandenen centralen Follikelkaverne.

Mit der Vergrößerung dieser centralen Detritusmasse auf Kosten der umgebenden Follikelzellen stoßen die Kavernen benachbarter Follikel zusammen und verschmelzen mit einander. Es findet sich dann im Innern der Thymus eine buchtige Höhle, die mit Detritus erfüllt ist, wie sie öfter beschrieben wurde, während die erstgenannten noch getrennten Kavernen der einzelnen Follikel einen jenem vorausgehenden Zustand darstellen, der nur kurze Zeit bestehen bleibt. In diesem zeigt sich die Thymus aus Kugeln zusammengesetzt, die mit Zellen, Kernen und Kernresten gefüllt sind (s. Leydig [3] und Stannius [4]). Die Kugeln sind hier nicht mit Epithel ausgekleidet, sondern ihre Wandung besteht aus lymphatischem Gewebe, das an den Stellen, wo es benachbarten Kugeln anlagert, weiter zerfällt, bis die benachbarten Kavernen sich vereinigen.

Versucht man den beschriebenen Zerfall der lymphoiden Thymuselemente mit bekannten pathologisch-histologischen Vorgängen in Einklang zu bringen, so ist man, nach dem Endresultat, welches sich im molekulären Detritus zeigt, berechtigt, denselben als einen nekrobiotischen Process aufzufassen. Bei der Nekrobiose handelt es sich bekanntlich um den Zerfall eines Gewebes zu molekulärem Detritus, und zwar kann der Process von den Zellen oder von der Intercellularsubstanz seinen Ausgang nehmen. An letzterer tritt er in der Art auf, dass diese Substanz quillt, entweder durch Wasseraufnahme oder durch schleimige Erweichung, worauf Verflüssigung und Zerfall erfolgt. Beginnt der Process an den Zellen, so zeigen sich die ersten Veränderungen in dem Auftreten von Eiweißkörnchen (parenchymatöse Entzündung) oder Fettmolekeln (fettige Degeneration oder, wenn Vertrocknung dabei ist: Verkäsung) im Zellprotoplasma; der Zellkörper wird vergrößert. Der Kern quillt dann ebenfalls und verschwindet frühzeitig, oder er koagulirt und zerfällt dann in Trümmer. Im Gegensatz hierzu treten die ersten Veränderungen an der Thymus der Forelle am Zellkern auf. Das Plasma der hier in Frage kommenden Zellen bildet einen ganz schmalen Saum um den kugeligen Kern und wird auch vor und während des Zerfalls des Kernes nicht durch Einlagerung irgend welcher Partikelchen vergrößert. Der Kern theilt sich in zwei, oder zerfällt in mehrere kleine Theile, welche nicht als todte Gebilde ihre Tinktionsfähigkeit sofort verlieren, sondern mit Karmin sich noch sehr intensiv färben. Erst wenn sich dieselben im Centrum des Follikels in dichten Massen ansammeln, verlieren sie die Fähigkeit Farbstoff aufzunehmen und bilden dann einen Detritus, der von

einem solchen auf gewöhnliche Weise entstandenen nicht unterschieden werden kann. — Der beschriebene Zerfall der Thymus vollzieht sich synchronisch mit einer Veränderung der Blutgefäßwandungen, die ich schon andeutete. Um das die Arterien auskleidende Endothel treten Massen kleiner lymphoider Zellen auf, welche eine Unterscheidung der Media und Adventitia erschweren; doch lagern sie innerhalb der Gefäßwand, da um die dicke Lage dieser Zellen noch deutlich adventitielle Faserzüge zu erkennen sind. Demnach haben wir es hier mit Blutgefäßen zu thun, deren Lymphscheiden strotzend mit Lymphzellen gefüllt sind. Die Stromesrichtung der letzteren geht von der Kapsel her zur Thymus hinein, was ich daraus schließe, dass niemals in der Kapsel oder den Gefäßscheiden Zerfallsprodukte von Zellen sich fanden, sondern ganz gleich große Kerne. Der Zerfall findet erst da statt, wo diese Elemente hingeführt werden, d. h. in den Thymusfollikeln. Die in den Lymphscheiden der Blutgefäße eingelagerten Zellen stehen einerseits in direktem Zusammenhang mit den gleichen Elementen der bindegewebigen Unterlage des Organes, andererseits gehen sie mit den Gefäßverästelungen in die Zellen der Follikel über. Die Gefäßwandung wird durch diese Durchsetzung mit Zellen erheblich verdickt, das Lumen dadurch verengt und die Blutzufuhr zur Thymus verringert, wodurch der Zerfall der stark gewucherten Follikelzellen vielleicht bedingt, jedenfalls aber beschleunigt wird.

Im Anschluss an diese Vorgänge in der Wandung der Blutgefäße bleiben noch die koncentrischen Körper der Thymus zu besprechen. Neuerdings wird stets betont, dass dieselben die Reste der epithelialen Thymusanlage darstellen. Afanassiew [1] nimmt dagegen die Gefäßwandung in Anspruch und beschreibt Wucherungen des Gefäßendothels, woraus koncentrische Körper entstehen sollen. Da er diese Angabe nicht durch Abbildungen belegt, wird sie von Stieda verworfen. Bei der Thymus der Forelle sah ich nun deutlich, dass die Epithelzellen der tiefen Zone theils einzeln großblasige Zellen mit blassen runden Kernen bilden, theils auch in Gruppen koncentrisch um einander gelagert Hassall'sche Körper darstellen (Taf. VIII Fig. 22 *a*). Ferner aber sah ich an Flächenschnitten durch die Thymus, bei welchen die Gefäße quer getroffen waren, dass im Innern des Gefäßes eine deutliche Endothellage bestand, welche von vielen kleinen Kernen umgeben war, so dass der Gefäßquerschnitt ebenfalls den Eindruck eines koncentrischen Körpers machte (Taf. VIII Fig. 22 *b*, *c*). Es trat dies be-

sonders hervor, wenn die Endothelzellen dicht zusammenlagen, so dass ein Gefäßlumen nicht mehr vorhanden war. Dabei blieb das Endothel immer noch deutlich und seine Zellen zeigten jedenfalls keine Wucherungserscheinungen. Vielmehr lagen die kleinen Kerne um das Endothel in der Lymphscheide des Gefäßes. Auf Querschnitten durch die Thymus, wobei die Gefäße längs getroffen sind, lässt sich dies Verhalten konstatiren und zugleich der Nachweis liefern, dass es sich hier nicht um wirkliche koncentrische Körper handelt, da diese Gebilde sich dann als lange Röhren darstellen. Wenn die Gefäße noch ein Lumen besaßen, so waren stets Blutkörperchen darin nachzuweisen. Bei Säugethieren mag allerdings die Unterscheidung, ob ein koncentrisches Körperchen aus Epithelzellen hervorging, oder den Querschnitt eines obliterirten Gefäßes darstellt, schwieriger sein, da die Gefäße nicht den einfach gestreckten Verlauf durch das ganze Organ nehmen.

Aus der Schilderung des histologischen Verhaltens der Thymus ergiebt sich, dass dieselbe auch bei Teleostiern ein hinfälliges Organ darstellt. Sie erreicht ihre höchste Ausbildung bei halbwüchsigen Individuen, während sie später, in Detritus zerfallen, resorbirt wird und gänzlich verschwindet.

Eine Drüse stellt sie in ihrer Entwicklung so wie später niemals dar, da sie stets eine kompakte Wucherung, ohne Ausführgang oder Lumen irgend welcher Art, bleibt. Auch als Wundernetzbildung kommt sie nie in Betracht, wie dies z. B. bei der Pseudobranchie der Fall ist, vielmehr können hier die Blutgefäße nur ernährende Bedeutung haben, da sie gegen die kompakten Zellmassen sehr in den Hintergrund treten.

In Betreff der funktionellen Bedeutung möchte ich auf die von Stöhr (15) erschienenen Arbeiten über Tonsillen und Darmfollikel hinweisen. Es ist nämlich auch bei der Teleostierthymus das überziehende mehrschichtige Epithel bis zur freien Oberfläche hin von den lymphoiden Follikelzellen und deren Zerfallsprodukten, die auf ähnliche Weise, wie sie Stöhr bei Tonsillen schildert, entstehen, dicht durchsetzt. Die Epithelzellen werden durch sie an vielen Stellen weit aus einander gedrängt. Dies weist darauf hin, dass auch hier geformte Theile, seien es nun ganze Follikelzellen oder kleine Körnchen, wie ich sie oben beschrieb, abgestoßen werden und ins Sekret der Kiemenhöhle gelangen. Allein es muss auch die Lage der Thymus berücksichtigt werden. Die Thymus, resp. das sie überziehende Epithel, wird vom Wasserstrom bespült, wenn dieser gerade durch die

Kiemenspalten kommend unter dem Kiemendeckel aus der Kiemenhöhle des Fisches ins umgebende Medium ausgestoßen wird; es sind somit alle Theile, die das Wasser hier noch aufnimmt, für das betreffende Individuum verloren. Eine fermentative Wirkung bleibt demnach hier ganz ausgeschlossen und könnte es sich nur um Exkretion unbrauchbarer geformter Elemente handeln. Selbstverständlich fällt die hier angedeutete Möglichkeit solcher Funktion überall da fort, wo die Thymus sich von ihrem Mutterboden abschnürt und in die Tiefe zu liegen kommt.

Die ursprüngliche stammesgeschichtliche Bedeutung der Thymus ist bei Knochenfischen desshalb nicht festzustellen, weil das Organ in seinem histologischen Verhalten durchaus ein pathologisches Gepräge trägt. Dies findet seinen Ausdruck in der Bildung von Kavernen, die mit Detritus gefüllt sind, wie sie der Thymus aller Wirbelthiere zukommt.

Die Deutung, welche Dohrn (16) der Thymus bei Selachiern giebt, indem er in dem Organe dorsale nicht mehr zur freien Entwicklung gekommene Kiemenblättchen sieht, erklärt nichts, in so fern sie es ganz unverständlich lässt, warum diese Gebilde sich noch bei den höchsten Wirbelthieren erhalten, bei welchen es zur Bildung von Kiemenblättchen überhaupt nicht mehr kommt. Es wären also bei diesen Thieren die Kiemenblättchen rückgebildet, nur diejenigen, welche sich bei Fischen in Folge von Raumbeengung nicht mehr frei entwickeln konnten, hätten sich noch erhalten und bildeten sich in Gestalt der Thymus mächtig aus. Es sollte doch scheinen, dass gerade in der Thatsache ihrer Erhaltung der Beweis liegt, dass ihnen eine wichtigere Bedeutung zukommen muss, sonst würden sie sich eben so rückgebildet haben, wie es die Kiemenblättchen thaten; ganz abgesehen davon kann auch das relativ späte, mächtige Eindringen lymphoider Elemente, wie ich es bei der Thymus der Forelle beschrieb, mit der Auffassung des Organes als umgebildete Kiemenblättchen in keiner Weise in Einklang gebracht werden. Auf der anderen Seite ist festzuhalten, dass bei Knochenfischen und allem Anschein nach auch bei Selachiern die Thymus ein Verhalten zeigt, das ihre phylogenetische Bedeutung uns nicht erkennen lässt. Zur Aufklärung dieser Frage hat man sich an noch ursprünglichere Verhältnisse zu wenden, als sie in den seither untersuchten Formen gegeben waren.

Zum Schlusse sollen die über die Teleostierthymus gewonnenen Resultate nochmals kurz zusammengefasst werden:

Die Thymus der Knochenfische tritt ontogenetisch viel später

auf, als die Schilddrüse. Sie hat keine einheitliche Anlage, sondern entwickelt sich aus stets soliden Epithelwucherungen der dorsalen Enden der Kiemenspalten. Es finden sich jederseits vier Epithelknospen, welche frühzeitig verschmelzen, ohne sich von ihrem Mutterboden abzuschnüren. Die Verschmelzung vollzieht sich gleichzeitig mit dem Freiwerden der Kiemenbogen, wird durch diesen Vorgang erst ermöglicht. Das Organ lagert dann lateral von der Ansatzstelle der oberen Kiemenbogenschenkel an die Basis cranii, als langer spindelförmiger Wulst. Später fällt der Schwerpunkt des Wachsthums ans hintere Ende, unter Rückbildung der vorderen Theile, so dass dann die Thymus an die von Stannius und Leydig angegebene Stelle zu liegen kommt. Bei Cyprinus carpio und Rhodeus amarus wuchert die Mitte der Spindel mächtiger, so dass die Thymus weiter vorn und lateral vom Gehörorgan zu finden ist.

Die stark wuchernden Epithelzellen der ersten Anlage nehmen lymphoides Aussehen an, gehen aber an der Grenze des Organes direkt in das Epithel der Kiemenhöhlenschleimhaut über und werden vom unterliegenden Bindegewebe durch eine deutliche Membrana propria eben so scharf getrennt, wie das genannte Epithel. Von der Unterlage her wuchern Bindegewebszellen zunächst in geringer Anzahl ein, welche, allmählich das Organ durchsetzend, vorerst nur als Stützgewebe und Träger von Blutgefäßen zu betrachten sind. Überall wo dies Gewebe eintritt wird die begrenzende Membrana propria von ihm durchbrochen. Die Hauptmasse der Thymus wird dann immer noch von den lymphoid aussehenden Zellen der epithelialen Anlage gebildet. Erst nach mehreren Monaten fallen diese Zellen in ihren epithelialen Charakter zurück, indem ihre Proliferationsfähigkeit erschöpft ist. Zu gleicher Zeit brechen längs der Blutgefäße und Bindegewebszüge vom umgebenden Bindegewebe lymphoide Zellen in großen Massen in die Thymus ein und etabliren sich in einer intermediären Zone, wo sie Lymphfollikel bilden. Die Reste der epithelialen Anlage bleiben einerseits in der Tiefe bestehen, andererseits bilden sie den Überzug, welcher die Thymus nach der Kiemenhöhle zu abschließt. Zwischen den Zellen dieses Überzuges finden sich bis zur freien Oberfläche hin viele lymphoide Elemente eingelagert. — Koncentrische Körper finden sich auch in der Thymus der Fische und zwar werden sie von Epithelzellen gebildet, welche die Reste der epithelialen Anlage des Organes zum Theil darstellen. Diese Epithelzellen bilden nur zum geringsten Theile koncentrische Körper, die größere Anzahl liegt entweder regelmäßig

neben einander oder ganz isolirt zwischen bindegewebigen Theilen. Auch Gefäßquerschnitte können koncentrische Körper vortäuschen, indem die Lymphscheiden der Blutgefäße dicht mit lymphoiden Zellen erfüllt sind, doch löst sich dieser Irrthum leicht, wenn man auf Längsschnitten die langen Gefäßröhren erkennt.

Die Zellen der Follikel erleiden ebenfalls bald eine Rückbildung, indem ihre Kerne sich theilen oder in fast punktförmige Gebilde zerfallen. Letztere sammeln sich im Centrum der einzelnen Follikel und es entsteht hier unter Einschmelzung des retikulären Bindegewebes eine Erweichungshöhle, die mit dem aus genannten Körnchen hervorgegangenen molekulären Detritus gefüllt ist. Indem die Kavernen der einzelnen Follikel größer werden, verschmelzen sie mit einander und es entsteht in der Thymus eine buchtige Höhle, mit körnigen Zellresten gefüllt. Unter Resorption ihres Inhaltes verschwindet diese Höhle und das ganze Organ wird rückgebildet. — Die mächtigste Ausbildung besitzt die Thymus bei halbwüchsigen Fischen, z. B. bei Forellen von 12—15 cm Körperlänge.

Überblickt man das gesammte Verhalten der Thymus, speciell die Art ihres Verschwindens aus dem normalen Organismus, so kommt man leicht auf die Frage, was überhaupt unter pathologisch histologischen Vorgängen zu verstehen ist. In der Entwicklung und im weiteren Leben eines jeden normalen Organismus finden sich so viele Vorgänge, die ein Zugrundegehen von Gewebskomplexen verursachen, dass eine Grenze zwischen normal- und pathologisch-physiologischen Vorgängen nur aus der Lokalisation des betreffenden Vorganges oder aus den für den Organismus erwachsenden nachtheiligen Folgen zu ziehen ist, keineswegs aber aus dem Zustande pathologisch-histologischer Bilder. Ich erinnere nur an die im Wirbelthierkörper so verbreitete neoplastische Entwicklung des Knochengewebes, wobei der vorher bestehende Knorpel vollkommen zerstört wird. Ferner mag die bekannte Thatsache hier Erwähnung finden, dass bei Fröschen regelmäßig im Frühjahre eine große Anzahl quergestreifter Muskelfasern degenerativ zu Grunde gehen und dann erst eine reichliche Neubildung solcher Fasern stattfindet. Derartige Vorgänge, die histologisch betrachtet entschieden pathologischen Charakter haben, gehören gleichwohl zu den Verrichtungen eines ganz normalen Organismus. Beim ersteren tritt an Stelle eines älteren Gewebes ein neues, das besser den Anforderungen entspricht, in letzterem Falle werden die Theile durch gleichartige, aber frische ersetzt. Bei der Thymus der Knochenfische finden wir zuerst eine

massige epitheliale Wucherung. Diese besteht eine Zeit lang, dann werden die Epithelzellen, indem ihre Proliferationsfähigkeit erlischt, rückgebildet und durch neue lymphoide Zellen ersetzt. Aber auch diese bestehen nur eine Zeit lang, um dann degenerativ zu Grunde zu gehen: dadurch ist der Untergang des ganzen Organes veranlasst. Es handelt sich hier um ein Beispiel der Eliminirung eines ganzen Organes von Seiten des gesunden Organismus, in welchem man nur eine weitere Konsequenz der bekannten Erscheinung sehen kann, (siehe u. A. Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen, pag. 57), dass in Folge eines gewissen Grades von Selbständigkeit der Elementartheile gegenüber dem Organismus als Ganzem, sehr wohl diese Einzeltheile zu Grunde gehen können, ohne dass dadurch die Existenz des Gesammtorganismus geschädigt würde. Solche Vorgänge sind zum normalen Fortbestand des Organismus sogar unerlässlich.

Heidelberg, März 1885.

Litteratur.

1) Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855.
2) A. Ecker, Icones physiologicae. Leipzig 1852—59.
3) Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.
4) Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 1. Buch. Die Fische. 1854.
5) W. Müller, Über die Entwicklung der Schilddrüse. Jenaische Zeitschrift Band VI.
6) W. Müller, Über die Hypobranchialrinne der Tunicaten und deren Vorhandensein bei Amphioxus und den Cyclostomen. Jenaische Zeitschrift Band VII.
7) Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Auflage 1879. pag. 869 und ff. sowie 875.
8) Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie. Band II. Übersetzung von Vetter. 1881. pag. 631.
9) Wölfler, Über die Entwicklung und den Bau der Schilddrüse. Berlin 1880.
10) Stieda, Untersuchungen über die Entwicklung der Glandula thymus, Gl. thyreoidea und Gl. carotica. Leipzig 1881.
11) Afanassiew, Über Bau und Entwicklung der Thymus der Säugethiere. Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XIV. 1877.

12) Born, Über die Derivate der embryonalen Schlundbogen und Schlundspalten bei Säugethieren. Archiv für mikrosk. Anatomie. Band XXII. 1883.
13) Seessel, Zur Entwicklungsgeschichte des Vorderdarmes. Archiv für Anatomie von Braune und His. 1877.
14) Scott, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten pag. 47. Morphol. Jahrbuch Band VII.
15) Stöhr, Über Mandeln und Balgdrüsen. Virchow's Archiv Band XCVII.
16) Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers IV. Mittheilungen aus der Zoolog. Station zu Neapel Band V Heft 1.
17) J. F. van Bemmelen, Verslag der onderzoekingen, verricht aan de Nederlandsche tafel in het Zoölogisch Station van Dr. Dohrn te Napels, gedurende de maanden Januari tot Juli 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII und IX.

Für alle Figuren geltende Bezeichnungen:

c Centralnervensystem, *a* Gehörbläschen, *ch* Chorda dorsalis, *ao* Aorta, *in* Mundhöhle — Ösophagus, *a.h* Arteria hyoidea, *t* Schilddrüse, *Th* Thymus, *Ka* Kiemenarterienstamm, *b.a* Bulbus arteriosus, *co* Herzschlauch, *g* Ganglien.

Fig. 1. Querschnitt durch den Kopf eines Forellenembryo von 30 Tagen. Anlage der Schilddrüse *t* in Form einer hohlzapfenförmigen medianen Ausstülpung des ventralen Schlundepithels. (30/1.)

Fig. 2. Querschnitt durch den Kopf eines Forellenembryo von 35 Tagen. Schilddrüse in Gestalt eines Bläschens von ihrem Mutterboden abgeschnürt. (50/1.)

Fig. 3. Medianer Sagittalschnitt durch den Kopf eines Forellenembryo von 35 Tagen. Das Schilddrüsenbläschen *t* hängt durch einen soliden Epithelzellenstiel noch mit seinem Mutterboden zusammen. (50/1.)

Fig. 4. Horizontalschnitt durch den Kopf eines Forellenembryo von 37 Tagen. Schnitt durch die ventrale Körperhälfte gelegt. Das abgeschnürte Schilddrüsenbläschen *t* liegt genau in der vorderen Theilungsgabel des Herzschlauches. (50/1.)

Fig. 5. Medianer Sagittalschnitt durch den Kopf eines 41 Tage alten Forellenembryo. Nach Fig. 3 leicht zu ergänzen. Das in die Länge gestreckte Schilddrüsenbläschen *t* ist etwas ventral- und rückwärts gerückt, so dass es ventral vom Kiemenarterienstamm liegt. (50/1.)

Fig. 6. Sagittalschnitt durch den Kiemenarterienstamm an der Abgangsstelle der Arterie für den zweiten Kiemenbogen von einer Forelle von 63 Tagen. Abschnürung von Tochterbläschen aus dem primären Schilddrüsenacinus. Zeigt zugleich den Bau der Acini und des Umwachsenwerden des Kiemenarterienstammes von Seiten der Schilddrüse, wo-

durch die Acini auch dorsal von diesem Gefäßstamm zu liegen kommen. *c.b* Copula des zweiten und dritten Kiemenbogen. (200/1.)

Fig. 7. Schilddrüsenacini einer 20 cm langen Forelle. In der Colloidsubstanz liegen Zellen (*b*) oder Körnchen (*a*). (200/1.)

Fig. 8. Schilddrüsenacini eines alten Karpfen von 10,7 cm Kopflänge. *a* Acini mit Colloid gefüllt, auskleidendes Epithel abgeplattet. *b* Quellung der Epithelzellen. Dieselben füllen das Lumen des Acinus aus nach Verflüssigung seines Inhaltes. Lymphzellen im interacinösen Bindegewebe und im Innern des Acinus; *c* Plasmakörper der gequollenen Epithelzellen verschwunden, Kerne noch kenntlich. (200/1.)

Fig. 9. Schilddrüse einer 20 cm langen Forelle in ihrem Verhalten zum Kiemenarterienstamm; von der ventralen Fläche aus gesehen. (9/1.)

Fig. 10. Lateraler Sagittalschnitt durch den Kopf einer 51 Tage alten Forelle (vor Kurzem ausgeschlüpft). Erste Anlage der Thymus (*Th*) in drei Knospen. (Hinter dem vierten Kiemenbogen bildet sich im Laufe der nächsten Tage die vierte Knospe.) *1*, *2*, *3*, *4* die betreffenden Kiemenbogen. (25/1.)

Fig. 11. Querschnitte durch die hintere Hälfte des Kopfes einer 56 Tage alten Forelle. Paarige Anordnung der Thymus (*Th*) und ihr Verhältnis zum Kiemendeckel (*op*), *II* u. *III* die betreffenden Kiemenbogen, *v.j* Vena jugularis. (30/1.)

Fig. 12. Lateraler Sagittalschnitt durch den Kopf einer 77 Tage alten Forelle. Spindelförmige Thymus (*Th*) dorsal von den Kiemenbogen, ventral vom Gehörorgan (*a*), erstrekt sich vom 1.—4. Kiemenbogen, *Ps* Pseudobranchie, *op* Kiemendeckel. (40/1.)

Fig. 13. Horizontalschnitt durch die dorsale rechte Hälfte des Kopfes von Zoarces vivipara (3 cm Körperlänge). Der Schnitt ist nicht ganz horizontal, sondern vorn etwas ventralwärts geneigt. Die vordere Kopfhälfte ist weggelassen. Die Thymus hinter dem vierten Kiemenbogen gelagert in ihrem Verhältnis zu Kopfniere (*K*) und Vena jugularis (*J*). Sie hängt direkt mit der Kiemenhöhlenschleimhaut zusammen, *n.v* Vagusast, *op* Kiemendeckel. (30/1.)

Fig. 14 und 14 *a*. Zwei Thymusknospen der Fig. 10 stärker vergrößert. Die begrenzende Membrana propria ist nirgends durchbrochen. Die Zellen zeigen lymphoiden Charakter. (200/1.)

Fig. 15. Schnitt durch die Thymus einer 63 Tage alten Forelle. Beginnendes Einwachsen von bindegewebigen Elementen (++). Übergang der Thymus ins Epithel der Kiemenhöhle die oberflächlichsten Zellen formiren einen Überzug (*a*). (200/1.)

Fig. 16. Schnitt durch die Thymus einer 3—4 Monate alten Forelle von 3 cm Körperlänge. Das Organ ist von Bindegewebszügen durchsetzt. Membrana propria an den Eintrittsstellen derselben durchbrochen. Außerdem dringen lymphoide Zellen in das Organ ein und sammeln sich nach der freien Oberfläche hin. Übergang ins Epithel der Kiemenhöhle bei *a*. (200/1.)

Fig. 17. Schnitt durch die Thymus einer 20 cm langen Forelle. Übersichtsbild. *a* die dem Unterhautbindegewebe aufliegende Fläche der Thymus, *b* die frei gegen die Kiemenhöhle gerichtete Oberfläche des Organes, bei *l* bindegewebige Unterlage von lymphoiden Elementen

Fig 12

Fig 11

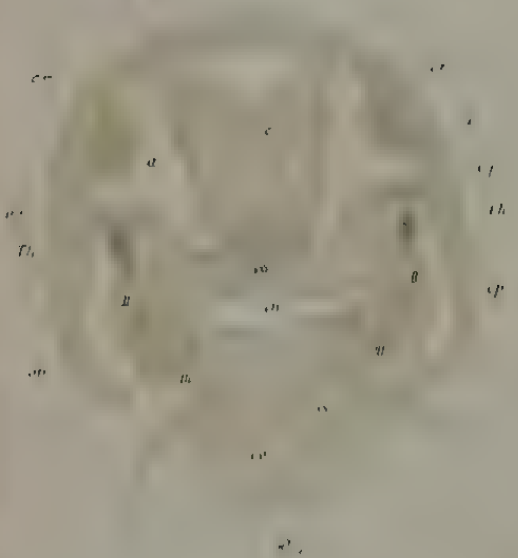


Fig 13

Fig. 10

Wilh. Engelmann

durchsetzt; 2 tiefe Zone der Thymus, zum größten Theil aus veränderten Epithelzellen bestehend: 3 Follikelzone aus lymphoiden Elementen bestehend, die von der Unterlage 1 her einwucherten; 4 Epithelüberzug, der die Thymus nach der Kiemenhöhle abschließt. Die Epithelzellen sind bis in die oberflächlichsten Schichten von lymphoiden Zellen und deren Zerfallsprodukten aus einander gedrängt. c Übergang des Organes in die Schleimhaut der Kiemenhöhle. d Eintritt eines Blutgefäßes, dessen Lymphscheide mit Lymphzellen prall gefüllt ist. (25/1.)

Fig. 18. Stelle *d* der Fig. 17 stärker vergrößert. (200/1.) *a* bindegewebige Unterlage voll lymphoider Elemente, die in die Lymphscheide des Blutgefäßes eindringen (γ), β tiefe Zone der Thymus, entsprechend 2 der Fig. 17, mit gequollenen Epithelzellen.

Fig. 19. Stelle *c* der Fig. 17 stark vergrößert. Thymusgewebe am Übergang des Organes in die Schleimhaut der Kiemenhöhle. (200/1.)

Fig. 20. Stelle 4 der Fig. 17 vergrößert. Follikelzellen und ihr Eindringen in das die Thymus überziehende Epithel. Die Kerne der lymphoiden Elemente zeigen schon den Zerfall in kleine Körnchen. (200/1.)

Fig. 21. Zeigt bei stärkerer Vergrößerung die Theilung und den Zerfall der Kerne der lymphoiden Thymuselemente. (450/1.) Bei *a* unveränderte Kerne.

Fig. 22. Koncentrische Körper der Thymus. *a* von Epithelzellen gebildet. *b* und *c* Gefäßquerschnitte mit gefüllter Lymphscheide (γ der Fig. 18 im Querschnitt). (200/1.)

Weitere Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien.

Von

Dr. C. K. Hoffmann,
Professor an der Reichsuniversität zu Leiden.

Mit Tafel X—XII und einer Holzschnittfigur.

1. Über die Entwicklungsgeschichte der Chorda dorsalis und des Canalis neurentericus bei Schlangen und Sauriern.

(Taf. X Fig. 1—20.)

Schon mehrere Jahre hinter einander habe ich mich vergebens bemüht, Embryonen von Tropidonotus natrix aus jungen Entwicklungsstadien zu erhalten. Während Embryonen aus weiter geförderten Perioden der Entwicklung mir in großer Zahl zur Verfügung standen, fehlten mir immer wieder die jüngeren, denn ich fand die Eier entweder noch nicht befruchtet, oder die Entwicklung schon ziemlich weit fortgeschritten. Dies Jahr bin ich etwas glücklicher gewesen, denn die jüngsten Embryonen, die ich jetzt gefunden habe, hatten noch keine Somiten und der Urdarm wie die Medullarfurche stand überall noch offen. Obgleich sie also zu alt waren, um an ihnen die Bildung des Mesoblast zu studiren, waren sie für die Entwicklung der Chorda ausgezeichnet.

Die Entwicklungsgeschichte der Schlangen weicht in einem Punkt nicht unwichtig von der der übrigen Reptilien (Schildkröten und Saurier) ab: während nämlich bei den letzteren der Canalis neurentericus sehr frühzeitig sich ausbildet und mit der Anlage des Mesoblast eng zusammenhängt, tritt bei den Schlangen dieser Kanal erst auf, wenn schon eine recht große Zahl Somiten vorhanden ist,

obgleich eine Stelle, wo Epiblast und Hypoblast kontinuirlich zusammenhängen, schon sehr frühzeitig den Ort bezeichnet, an welcher später der in Rede stehende Kanal sich bilden wird.

Beiläufig will ich hier erwähnen, dass der große K. E. von Baer (2) bei den Schildkröten den Canalis neurentericus schon gesehen und abgebildet, obgleich er aus durchaus begreiflichen Gründen seine Bedeutung verkannt hat. Ich gebe seine Beschreibung wörtlich wieder: »Ich fand nun in einem Schildkrötenei, sechs Tage nachdem es gelegt worden war, die Keimhaut schon weit ausgedehnt. Innerhalb derselben war eine eiförmige Figur von 1¾ Linien Länge und etwas geringerer Breite (siehe Taf. X Fig. 1). Sie war schildförmig etwas erhoben. In dieser Figur, doch an das eine Ende anstoßend, ja sogar überragend, war eine zweite viel schmalere Figur. Diese war nicht über der größeren Figur erhaben, sondern was sie erzeugte, lag größtentheils unter der allgemeinen Wölbung des Schildes, wie man am besten von der unteren Fläche erkannte. Von oben sah man einen Eingang in diesen unteren Wulst und durch den Eingang ließ sich eine dünne Sonde einführen in einen inneren Kanal des Wulstes. Ein senkrechter Querschnitt durch die ganze Figur hinter dem Eingang geführt, lehrte, dass der eben erwähnte Kanal nichts Anderes sei als der Rückenkanal. Die Wölbung des Schildes wird durch zwei nach außen herabgekrümmte Platten gebildet, welche fest und dicht genug sind, um auch an Durchschnitten ihre Wölbung zu bewahren. Ich muss sie für die Bauchplatten halten. Wo sie in der Mitte sich einander nähern, liegt unter ihnen eine enge Rinne aus zwei viel schmaleren, stark gegen einander gekrümmten Platten gebildet, welche die Rückenplatten sein müssen. Nach unten hat ein sehr dünnes Blatt sich zu lösen angefangen, das Blatt für die plastischen Organe oder die Gefäß- und Schleimhautschicht), welches am Rande der Bauchplatten, so wie an dem schwachen Wirbelstamme noch anhaftet und dann in die Keimhaut übergeht. Dass auch in den Schildkröten die Rückenplatten nicht ursprünglich schon oben verwachsen sind, lehrt nicht nur die unvollkommene und schwache Verbindung, welche der Schnitt in der Mitte des Embryo traf, sondern auch die Öffnung (vgl. die Fig. 1), welche eben in nichts Anderes als in den Rückenkanal führt, der hier noch nicht geschlossen ist. Zwei Tage später ist auch diese Öffnung geschlossen.« (K. E. von Baer, Nr. 1 pag. 548.) Diese Mittheilung von von Baer scheint in Vergessenheit gerathen. Das Stadium, welches er beschreibt, ist wohl

dasjenige — besonders wenn man auch auf die Abbildung achtet —, in welchem der Canalis neurentericus schon vorhanden, die Medullarfurche aber noch nicht zur Anlage gekommen ist.

Über die Entwicklungsgeschichte der Schlangen sind mir nur zwei Mittheilungen bekannt. Die eine ist die berühmte Monographie von Rathke (21), die andere eine Abhandlung von Kupffer (17). Erstgenannte, wie überaus wichtig auch, interessirt uns hier weniger, denn die Rathke'sche Arbeit behandelt hauptsächlich die späteren Stadien der Entwicklung. Anders dagegen ist es mit der Arbeit von Kupffer, denn diese handelt auch über sehr junge Entwicklungsstadien. Ich bin aber, was den Canalis neurentericus betrifft, zu anderen Resultaten gelangt als Kupffer, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird.

Ich fange die Beschreibung mit dem jüngsten, mir zu Gebote stehenden Embryo an. Nr. I. Embryo ohne Somiten, die Medullarfurche steht überall offen, der Urdarm ist jedenfalls noch nirgends geschlossen. Das Kopfamnion ist schon gebildet, es besteht, wie bei Lacerta, ursprünglich aus Epiblast und Hypoblast, zum Theil ist aber der Mesoblast schon zwischen den beiden primären Keimblättern eingewachsen und dadurch wird bereits der Zustand des Amnion eingeleitet, in welchem wir es später kennen.

Der erste Schnitt, der uns interessirt, ist auf Taf. X Fig. 2 abgebildet. Wie man sieht, stehen in der Achse nur zwei Keimblätter, Epiblast und Hypoblast. Mehr nach vorn zu begegnet man auf drei bis vier Schnitten noch vollkommen demselben Bilde, dann verschmilzt allmählich jederseits der Mesoblast mit dem Hypoblast und man kommt darauf in den vordersten, schon abgeschnürten Theil des Embryo, der nur aus dem Epiblast besteht. Auch bei der stärksten Vergrößerung untersucht zeigt sich der Hypoblast in dem in Rede stehenden Schnitt, so wie in den vorhergehenden als in den beiden folgenden, als ein vollkommen kontinuirliches Blatt, an welchem eine Scheidung in einen unpaarigen Chordahypoblast und einen paarigen Darmhypoblast nicht zu erkennen ist. In dem darauf nach hinten folgenden Schnitt ändert sich das Bild. Der Hypoblast gliedert sich hier in drei Stücke (Taf. X Fig. 3), ein in der Achse gelegenes unpaariges Stück, welches ich den »Chordahypoblast« nennen werde und ein paariges, jederseits der Achse gelegenes Stück, den »Darmhypoblast«. Der Zwischenraum, welcher aber beide Stücke von einander trennt, ist überaus klein und nur an guten Schnitten bei sehr starker Vergrößerung zu sehen (bei *x*). Noch mehr nach

hinten zu wird der Chordahypoblast durch Proliferation seiner Zellen dicker, der Darmhypoblast wächst jederseits von der Chorda unterhalb desselben dem anderen entgegen und verwächst endlich in der Mittellinie und so begegnet man schließlich, nur noch mehr nach hinten zu, der Chorda, zwischen die Basis der Medullarfurche und den Hypoblast eingekeilt (Taf. X Fig. 4, 5). Die darauf folgenden Schnitte zeigen nichts Besonderes, bis man sich dem hinteren Ende nähert. Hier nimmt die Chorda wieder nach allen Dimensionen im Umfang zu, tritt aufs Neue in Zusammenhang mit dem Hypoblast und vereinigt sich unmittelbar darauf mit der basalen Fläche der Medullarrinne. Diese Stelle, wo Epiblast und Hypoblast kontinuirlich zusammenhängen, nenne ich den »Blastoporus«. Dass ich wirklich berechtigt bin, diesen Ort »Blastoporus« zu nennen, werden wir gleich sehen. Unmittelbar vor dem Blastoporus, wo die Chorda mit dem Hypoblast noch in continuo verbunden ist, liegt also die hintere Wachsthumsstelle der Chorda. Unmittelbar neben dem Blastoporus befindet sich der bilaterale Mesoblast. Bei Anwendung stärkerer Vergrößerungen überzeugt man sich mit aller Bestimmtheit, dass er jederseits noch ein vollständig isolirtes Blatt bildet (Taf. X Fig. 6). Erst noch mehr nach hinten verschmilzt er beiderseits mit Epiblast und Hypoblast, wir sind hier in der Gegend, die ich den postembryonalen Theil nenne, der Gegend des Primitivstreifens der Autoren; sie zeigt dieselben Verhältnisse wie bei Eidechsen, Vögeln und Säugethieren, so dass ich dieselbe nicht weiter zu beschreiben brauche.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich also, dass bei den Schlangen ein Canalis neurentericus Anfangs nicht vorhanden; wohl aber ist es jetzt schon möglich die Stelle nachzuweisen, an der er sich später bilden wird, den Ort nämlich, wo Epiblast und Hypoblast kontinuirlich zusammenhängen und der unmittelbar hinter der hinteren Wachsthumsstelle der Chorda gelegen ist. Mit dem Fehlen eines wirklichen Canalis neurentericus sind auch die letzten Reste einer durch Einstülpung sich bildenden Urdarmhöhle ausgefallen und der Mesoblast wird sich hier wahrscheinlich wohl allein durch Abspaltung von dem Hypoblast, nicht mehr durch Einfaltung aus dem Hypoblast anlegen; Hand in Hand damit muss hier dann auch die Gliederung des Hypoblast in einen unpaarigen Chordahypoblast und einen paarigen Darmhypoblast fehlen. Und doch sehen wir, dass bei der Bildung der Chorda an ihrer vorderen Wachsthumsstelle eine derartige Spaltung auftritt. Beim Kaninchen kommt vollständig dasselbe vor und dort habe ich diese Erscheinung so zu erklären

gesucht, dass wir hierin die letzten Überreste der Bildung von Mesoblast durch Einfaltung zu erblicken haben und dass fortgesetzte Untersuchungen höchst wahrscheinlich nachweisen werden, dass bei nahe verwandten oder niedriger entwickelten Säugethieren ein Canalis neurentericus schon sehr frühzeitig zur Anlage kommt und Hand in Hand damit auch noch das Mesoblast durch Einfaltung gebildet wird (13). Ich glaube, dass diese Hypothese bei den Reptilien eine Bestätigung findet und dass die Gliederung des Hypoblast in einen unpaarigen Chorda- und einen paarigen Darmhypoblast, an der vorderen Wachsthumsstelle der Chorda bei den Schlangen, als die letzte durch Vererbung am längsten bewahrt gebliebene Phase der ursprünglichen und auch noch bei den Sauriern vorkommenden Anlage des Mesoblast durch Einfaltung aufzufassen ist.

II. Stadium. Embryo mit zwei Somiten. In der Gegend des Blastoporus berühren sich die Ränder der Medullarfurche, etwas mehr nach vorn steht die Rinne noch auf einer kleinen Strecke offen, dann folgt ein großer Abschnitt, in welchem sie schon geschlossen ist, während sie in dem vorderen Theil des Embryo wieder offen steht. Hinter dem Blastoporus setzt sich die Rinne als postembryonale Medullarfurche noch eine Strecke weit fort, um dann zu verschwinden. Die Kopfkrümmung hat sich schon zu bilden angefangen. Das Kopfamnion ist schon fertig, das Schwanzamnion hat sich noch nicht angelegt. Die Schnittserie geht von vorn nach hinten.

Einen Schnitt ganz vorn genommen zeigt Taf. X Fig. 7. In der Achse finden sich wieder nur zwei Keimblätter. Die obere Wand des schon vollkommen geschlossenen Kopfdarms berührt unmittelbar die ventrale Fläche der hier noch offen stehenden Medullarrinne. Dem Mesoblast begegnet man jederseits als einem scharf gesonderten bilateralen Blatt. Verfolgt man die Schnittserie etwas mehr nach vorn, so ergiebt sich, dass der Mesoblast sich noch auf ein paar Schnitten nachweisen lässt, um bald darauf vollständig zu verschwinden, so dass man ganz vorn einen Schnitt antrifft, in welchem Kopfdarm und Medullarrinne beide noch vollständig erhalten sind, der Mesoblast aber vollkommen fehlt. Bevor letzterer schwindet, verschmilzt er erst auf einer kleinen Strecke jederseits mit dem Hypoblast.

Verfolgt man die Schnittserie nach hinten, so interessirt uns zuerst Taf. X Fig. 8. Der Darm ist hier ebenfalls schon geschlossen. In der dorsalen Achse sieht man sehr deutlich, dass er sich in drei Stücke gegliedert hat; das in der Mittellinie gelegene Stück, der Chordahypoblast, ist jederseits durch ein sehr feines Spältchen vom

Darmhypoblast getrennt (bei x). Mehr nach hinten steht der Urdarm offen, der Darmhypoblast wächst jederseits unter dem Chordahypoblast zusammen: in Taf. X Fig. 9 stehen die beiden Stücke im Begriff sich zu vereinigen und in dem nächstfolgenden Schnitt hat dies schon stattgefunden: die Chorda liegt dann vollständig frei zwischen der dorsalen Fläche des Urdarms und der ventralen der Medullarfurche. Die weiter nach hinten folgenden Schnitte interessiren uns nicht. Ein Canalis neurentericus existirt noch nicht, die Stelle aber, wo Epiblast und Hypoblast kontinuirlich zusammenhängen, ist deutlich markirt. Dort, wo dieser Zusammenhang zuerst auftritt, ist der Mesoblast jederseits noch scharf gesondert, erst mehr nach hinten fängt die Verschmelzung an.

III. Stadium. Embryo mit vier Somiten. Der Kopfdarm hat sich über eine größere Strecke geschlossen. Vorn steht die Medullarrinne offen, in ihrem mittleren Theil ist sie schon vollständig geschlossen: in der Gegend des Blastoporus weichen die Ränder wieder aus einander und in dem postembryonalen Theil setzt sich die Rinne noch eine Strecke weit als postembryonale Medullarfurche fort. Ein Schwanzamnion fehlt noch. Die Kopfkrümmung ist deutlicher geworden. Die Verhältnisse der Chorda dorsalis weichen so wenig von dem Embryo mit zwei Somiten ab, dass ich auf eine weitere Beschreibung verzichten kann. Ähnliches gilt vom IV. Stadium, einem Embryo mit sechs Somiten.

V. Stadium. Embryo mit acht Somiten. In der Gegend des Blastoporus berühren sich die Ränder der Medullarfurche, die nach hinten zu eine Strecke als offene postembryonale Medullarrinne sich fortsetzt. Vor dem Blastoporus ist die Rinne überall geschlossen: am vorderen Körperende dagegen steht sie wieder offen. Die Kopfkrümmung ist deutlicher geworden. Die Allantois steht im Begriff sich zu bilden, das Schwanzamnion fehlt noch, während das Kopfamnion sich schon weit nach hinten fortsetzt. Einen Schnitt ganz vorn genommen zeigt Taf. X Fig. 10, die Chorda fehlt hier vollständig, der Kopfdarm berührt unmittelbar die Basis der hier offen stehenden Medullarfurche. Der Mesoblast bildet jederseits ein vollkommen freies Blatt. Verfolgt man die Schnittserie mehr nach vorn, so wird das Lumen des Kopfdarmes allmählich kleiner und kleiner, bis schließlich sein nach vorn noch blindgeschlossenes Ende beiderseits mit dem Mesoblast verschmilzt. Bei den Schlangen kehrt also auch dieselbe Erscheinung wieder, welche ich bei allen Wirbelthieren gefunden habe, dass nämlich am vorderen Ende des Embryo Mesoblast und Hypoblast kontinuirlich zusammenhängen. Verfolgt man die Schnittserien nach hinten, so interessirt

uns zuerst Taf. X Fig. 11. Die Entwicklung der Chorda ist hier etwas anders geworden. Anstatt einer Spaltung des Hypoblast in einen paarigen Darmhypoblast und einen unpaarigen Chordahypoblast, wie bei jüngeren Embryonen, und einem nachherigen Gegeneinanderwachsen der beiden erstgenannten Stücke unter dem Chordahypoblast, sieht man, dass die Chorda hier durch Einfaltung sich anlegt und sich so allmählich von dem Hypoblast, resp. von dem Kopfdarm abschnürt, wie Taf. X Fig. 12 zeigt. Weiter nach hinten wird die Chorda wieder in allen Dimensionen kleiner, bis man sich dem Blastoporus nähert. Hier nämlich nimmt sie wieder an Größe zu, nähert sich immer mehr dem Hypoblast, um bald darauf mit diesem zu verschmelzen. Noch ein paar Schnitte mehr nach hinten verwächst die obere Fläche der Chorda mit der Basis des Medullarkanals; wir sind hier also an dem Blastoporus. Der Mesoblast bildet hier noch ein an beiden Seiten vollkommen isolirtes Blatt. Erst mehr nach hinten fangen die drei Keimblätter in der Achse mit einander zu verschmelzen an.

VI. Stadium. Embryo mit 10 Somiten. Die Allantois hat sich angelegt auf ihre Bildung komme ich gleich näher zurück. Das Schwanzamnion fehlt noch. In dem Blastoporus ist die Medullarfurche jetzt auch vollständig geschlossen, so dass sie jetzt nur noch ganz vorn und in dem postembryonalen Theil offen steht. Ein Canalis neurentericus hat sich noch nicht gebildet. Die Chorda stimmt fast vollkommen mit der des vorigen Stadiums überein, so dass ich ihre Verhältnisse hier nicht näher zu beschreiben brauche. Taf. X Fig. 13 stellt einen Schnitt gerade durch den Blastoporus vor; wie man sieht fehlt ein Canalis neurentericus noch vollständig; der Mesoblast bildet hier ein vollkommen isolirtes Blatt; erst mehr nach hinten fängt ihre Verwachsung mit dem Epiblast und Hypoblast an.

VII. Stadium. Die Zahl der Somiten lässt sich sehr schwer noch mit einiger Genauigkeit bestimmen. Das Schwanzamnion hat sich angelegt, der Schwanzdarm ist auf einer ganz kleinen Strecke schon geschlossen, die Allantois liegt noch ganz am hinteren Ende des Embryo, der Canalis neurentericus ist in der Anlage begriffen. Am vorderen Körperende hängen Mesoblast, Chorda und die vordere Wand des noch blindgeschlossenen Kopfdarms kontinuirlich zusammen, dadurch wird es kaum möglich zu sagen, ob die Chorda sich aus dem Hypoblast entwickelt oder schon als selbständiger Strang weiter wächst. Sehr interessant aber sind jetzt die Verhältnisse am hinteren Körperende, wie Taf. X Fig. 14 zeigt. Der Schnitt

geht, wie man sieht, durch den Blastoporus, durch die Stelle, wo Epiblast und Hypoblast kontinuirlich zusammenhängen; der Mesoblast ist jederseits von beiden Keimblättern deutlich getrennt, der Schwanzdarm steht hier noch offen ist aber mehr nach hinten zu geschlossen. In dem ventralen Theil des Blastoporus bemerkt man eine kleine, nach oben blindgeschlossene Spalte, welche ventralwärts frei in das Lumen des hier noch nicht geschlossenen Schwanzdarmes ausmündet; dieselbe ist die Anlage des Canalis neurentericus, welche sich, wie es scheint, bei den Schlangen nicht durch Einstülpung, sondern durch Auseinanderweichen der Wände bildet. Verfolgt man die Schnittserie nach vorn, so ergiebt sich, dass der erstfolgende Schnitt dasselbe Bild zeigt, mit dem Unterschiede, dass hier in dem ventralen Theil des Blastoporus nicht mehr eine blinddarmförmig geschlossene Spalte, sondern ein kleines, ovales Löchelchen angetroffen wird; man begegnet demselben in dem darauf folgenden Schnitt etwas mehr nach oben gerückt, und Ähnliches gilt auch von dem nächst weiteren. Epiblast und Hypoblast hängen immer noch kontinuirlich zusammen. Dann folgt ein Schnitt, in welchem die ventrale Fläche des Medullarrohres sich von der Anlage der Chorda getrennt hat, letztere ist aber noch innig mit dem Hypoblast verbunden. Das kleine in Rede stehende Löchelchen befindet sich jetzt in dem unteren Theil der ventralen Wandung des Medullarkanals, in dem darauf folgenden Schnitt ist es etwas größer und in dem dann folgenden ist es verschwunden, zugleich bemerkt man, dass die Chorda sich von dem Hypoblast getrennt hat. Betrachtet man die Schnitte, welche auf den abgebildeten nach hinten folgen, so ergiebt sich, dass in dem erstfolgenden die Verhältnisse ganz ähnlich wie in dem abgebildeten sind, nur mit dem Unterschiede, dass hier von einem Canalis neurentericus nichts mehr zu sehen ist und dann folgen die Schnitte, in welchen die Keimblätter in der Achse verwachsen sind, der postembryonale Theil ist in diesem Entwicklungsstadium noch bedeutend groß. Demnach ergiebt sich, dass von dem Lumen des Schwanzdarmes aus ein feiner von unten und hinten nach oben und vorn verlaufender Kanal sich gebildet hat, der durch die Stelle, wo Epiblast und Hypoblast zusammenhängen, — den Blastoporus, — hin verläuft, in diesem Stadium der Entwicklung jedoch noch nicht mit dem Lumen des Medullarrohres kommunicirt, sondern in der ventralen Wandung dieses Kanals blindgeschlossen endigt. Dass dieser Kanal der Canalis neurentericus ist, wird das folgende Entwicklungsstadium über allen Zweifel zeigen.

VIII. Stadium. Embryo mit schon großer, bläschenförmiger Allantois und sehr stark entwickelter Schwanzkrümmung.

Wenn noch einiger Zweifel darüber bestehen konnte, ob die Stelle, welche ich den »Blastoporus« genannt habe, wirklich mit diesem Namen belegt werden dürfe und ob die Chorda auch an ihrer hinteren Wachsthumsstelle ein Produkt des Hypoblast sei, so geben Querschnitte durch das hintere Ende von Embryonen aus weiter geförderten Entwicklungsstadien darüber den besten Aufschluss. Auf Taf. X Fig. 15, 16, 17 sind drei Querschnitte einer solchen Serie abgebildet. Der erste, Fig. 15, geht gerade durch den Canalis neurentericus; derselbe bildet in diesem Stadium der Entwicklung einen bis zu 0,030 mm breiten Kanal: seine ventrale Wand (resp. die des Schwanzdarmes) hängt hier noch kontinuirlich mit dem Mesoblast zusammen (bei x'). Gewöhnlich ist der in Rede stehende Kanal nur auf einem Schnitt, höchstens auf zwei, zu sehen. Dann folgt ein Schnitt, wie Fig. 16 zeigt, in welchem das Lumen des Medullarrohres von dem des Schwanzdarmes durch eine Scheidewand getrennt ist, welche durch die Verschmelzung der Basis des Medullarrohres mit der dorsalen Fläche des Schwanzdarmes entstand. In dem nachfolgenden Schnitte hat sich die Wand des Medullarrohres von der des Schwanzdarmes getrennt und in den beiden darauf folgenden sieht man, wie die Chorda aus der dorsalen Wand des Schwanzdarmes herauszuwachsen anfängt (Taf. X Fig. 17). In allen diesen Schnitten hängt die ventrale Wand des Schwanzdarmes mit dem Mesoblast zusammen, etwas weiter nach vorn jedoch trennt sie sich vollkommen von diesem. Das Material des postembryonalen Theils ist jetzt vollständig verbraucht und der Canalis neurentericus liegt wie bei den Selachiern ganz am hinteren Ende des Embryo. Es scheint mir demnach wohl nicht zweifelhaft zu sein, dass auch bei den Schlangen die Chorda ein Produkt des Hypoblast ist.

Der einzige Forscher, welcher Schlangenembryonen aus jüngeren Entwicklungsstadien untersucht hat, ist bis jetzt Kupffer (17) gewesen. Die Bilder, welche er giebt, stimmen der Hauptsache nach mit den meinigen überein, dieselben sind aber Embryonen entnommen, bei welchen die Entwicklung schon ziemlich weit fortgeschritten war, so dass diese Stadien für eine richtige Interpretation der fraglichen Verhältnisse nicht mehr verwendbar erscheinen. Denn die Schlangen, bei welchen der Canalis neurentericus sich erst sehr spät bildet, sind wohl am meisten geeignet, den Beweis zu liefern, dass die Allantois mit der Gastrulahöhle nichts gemein hat.

In mehreren Arbeiten und in einer vor Kurzem erschienenen größeren Abhandlung kommt Strahl (32) zum Resultate, dass bei den Sauriern die Chorda dorsalis nicht aus dem Hypoblast, sondern aus dem Mesoblast entstehen solle, so wie dass bei diesen Reptilien die Wandungen des Canalis neurentericus, abgesehen von der oberen Eingangsöffnung, dem Mesoblast und nur diesem angehören. Dass ich in dieser Beziehung von Strahl abweiche, brauche ich hier nicht zu wiederholen (siehe Nr. 12), nur will ich hier noch drei Querschnitte einer Schnittserie durch einen Embryo von Lacerta agilis mit einer schon ziemlich großen bläschenförmigen Allantois beschreiben. Der erste Schnitt (Taf. X Fig. 18) geht gerade durch den Canalis neurentericus, die Wand des Medullarrohres geht kontinuirlich in die des Schwanzdarmes über. In dem zweiten, etwas mehr nach vorn zu genommenen Schnitt sind die Lumina beider Kanäle durch eine Scheidewand getrennt, die durch eine Verschmelzung der Basis des Medullarkanales mit der dorsalen Wand des Schwanzdarmes entstanden ist (Taf. X Fig. 19). In dem dritten, noch etwas weiter nach vorn genommenen Schnitt, haben beide Röhren sich von einander getrennt, und man sieht, wie aus der dorsalen Fläche des Schwanzdarmes die Chorda herauszuwachsen anfängt (Taf. X Fig. 20). Ich glaube, dass dies wohl wieder ein neuer Beweis ist, dass die Wandungen des Canalis neurentericus nur dem Hypoblast und dem Epiblast und nicht dem Mesoblast zugehören und dass die Chorda auch bei diesen Reptilien ein Produkt des Hypoblast ist, wie ich dies auch schon früher angegeben habe. Der Mesoblast ist in allen drei Schnitten deutlich vom Epiblast und Hypoblast getrennt und nur in den am meisten nach hinten gelegenen Schnitten hängt die Basis des Schwanzdarmes noch mit dem Mesoblast zusammen (bei *x*). Die Bilder sind hier den bei Selachierembryonen aus weiter geförderten Entwicklungsstadien vollkommen ähnlich. Noch sehr lange bleibt bei Schlangen- und Eidechsen-Embryonen der Canalis neurentericus fortbestehen und so lange dies der Fall ist, lässt sich der hypoblastale Ursprung der Chorda an ihrer hinteren Wachsthumsstelle gleichfalls noch Stufe für Stufe nachweisen. Erst mit der Obliteration des Schwanzdarmes schwindet auch der Canalis neurentericus. Noch einer Besonderheit will ich erwähnen. Bei Schlangenembryonen aus verhältnismäßig schon weit gediehenen Stadien der Entwicklung, bei welchen das Retinalpigment bereits aufgetreten war, zeigt die Chorda wohl das eigenthümlichste Verhältnis. Auf Querschnitten, die durch das hintere Ende genommen sind, sieht man

drei Kanäle über einander liegen, das Medullarrohr, einen Kanal in der Chorda und den Schwanzdarm. Verfolgt man die Serie nach hinten, so ergiebt sich, dass erst der Kanal in der Chorda mit dem Lumen des Schwanzdarmes zusammenfließt und dass noch mehr hinterwärts der so entstandene Kanal mit dem Lumen des Medullarrohres sich vereinigt, um den Canalis neurentericus zu bilden, so dass die Chorda selbst hier auf einer kleinen Strecke ein Stück des Schwanzdarmes in seinem Inneren einschließt, ähnlich wie ich dies bei den Sumpfvögeln beschrieben habe (9).

II. Über die Anlage der Allantois bei den Schlangen.

(Taf. XI Fig. 10—16.)

Bei Embryonen von Tropidonotus natrix mit acht Somiten beginnt die Bildung der Allantois, bei den mit 10 Somiten ist sie schon zur Entwicklung gekommen. Querschnittserien durch das hintere Ende eines Embryo aus diesem Entwicklungsstadium zeigen folgende Bilder. Taf. XI Fig. 10 ist ein Schnitt, welcher durch die hintere Partie des postembryonalen Theiles (den Primitivstreifen der Autoren) geht, er liegt auf 0,56—0.6 mm hinter dem Blastoporus. Der in Rede stehende Theil des Embryo ist hier schon abgeschnürt, die Splanchnopleura und der Hypoblast ziehen frei unter demselben hinweg, beide genannte Keimblätter bestehen aus sehr schmalen rundlich-ovalen Zellen. In dem ventralen Abschnitt dieser abgeschnürten Partie bemerkt man eine überaus feine, aber ziemlich lange Spalte, welche von unten nur durch zwei Reihen dicht auf einander liegender Zellen von oben durch eine Masse ebenfalls dicht auf einander gedrängter Zellen begrenzt wird; letztere Masse wird durch den Zusammenhang der drei Keimblätter in der Achse gebildet. Nach hinten zu bleibt diese feine Spalte noch auf einigen Schnitten sichtbar, sie wird aber schmaler und schließlich so fein, dass sie auch bei Anwendung der stärksten Vergrößerungen nicht mehr zu sehen ist, besonders ist dies ganz am Ende des postembryonalen Theiles der Fall. Nach vorn zu zeigt die Spalte auf 1—5 Schnitten noch dasselbe Bild, wie in dem abgebildeten Querschnitt; dann folgt einer, in welchem der postembryonale Theil in Begriff steht sich abzuschnüren und darauf einer, wie Taf. XI Fig. 11 ihn wiedergiebt. Die Zellen der verschiedenen Keimblätter haben alle noch einen ganz indifferenten Charakter.

Die feine lange Spalte nun ist die Anlage der Allantois, welche

zugleich mit der Abschnürung des postembryonalen Theiles gebildet wird; sie ist nichts Anderes als der hinterste Theil des Schwanzdarmes, dessen Wände Anfangs fast unmittelbar an einander liegen. Erst später, wenn der Schwanzdarm sich auf eine größere Strecke nach vorn zu entwickelt hat, fängt diese Spalte an, sich zu einer großen am hinteren Ende des Embryo gelegenen Blase auszudehnen, wobei zugleich die Zellen, welche ihre Wände bilden, eine hohe cylinderförmige Gestalt annehmen; besonders gilt dies von denen des Hypoblast. Sie steht dann scheinbar nicht mit dem Schwanzdarm in Zusammenhang, aber dies beruht einfach auf dem Umstand, dass die Wände des Ganges, welche Allantois und Schwanzdarm verbindet, ebenfalls noch unmittelbar einander anliegen; erst später, sobald die hypoblastalen Zellen dieses Ganges auch cylinderförmig werden, weichen seine Wände aus einander, und Hand in Hand damit tritt die Höhlung der Allantois in freie Kommunikation mit der des Schwanzdarmes, wie ältere Entwicklungsstadien lehren.

Untersucht man nämlich Embryonen aus einem Entwicklungsstadium, in welchem sich der Canalis neurentericus zu bilden anfängt, so ergiebt sich Folgendes. Die zu beschreibende Schnittserie ist demselben Embryo entnommen, von welchem Taf. X Fig. 11 einen Querschnitt zeigt. Der ganze postembryonale Theil ist höher, aber viel schmaler geworden, wodurch auch das Lumen des Schwanzdarmes bedeutend weniger breit als dasjenige der Allantois ist. Der erste Schnitt, der uns interessirt, ist auf Taf. XI Fig. 12 abgebildet: er liegt 0,120—0,130 mm hinter dem Blastoporus. Die Zellen des Hypoblast, so weit sie die Höhlung des Schwanzdarmes begrenzen, haben eine cylinderförmige Gestalt angenommen: außerhalb des Bereiches dieser Höhle sind sie mehr spindelförmig. Über der dorsalen Wand des Schwanzdarmes liegt eine Masse indifferenter Zellen, durch die axiale Verwachsung von Epiblast und Mesoblast entstanden. Mehr nach hinten zu wird der Schwanzdarm schmaler: 0,080 mm hinter dem abgebildeten Querschnitt steht er im Begriff sich zu schließen (Taf. XI Fig. 13). Ein Schnitt 0,040 mm noch weiter hinterwärts ist auf Taf. XI Fig. 14 abgebildet. Das spaltförmige Lumen des Schwanzdarmes ist daran deutlich zu erkennen, dass seine hypoblastale Wand aus cylinderförmigen Zellen besteht. Wie die Figur zeigt, steht der postembryonale Theil gerade hier auf dem Punkte sich abzuschnüren. Es folgt dann ein Schnitt, in welchem der Embryo vollständig abgeschnürt ist und in welchem man den spaltförmigen Schwanzdarm noch eben sehen kann, darauf folgen

zwei, in welchen von einem Schwanzdarmlumen nichts mehr zu sehen ist, und den dann nächstfolgenden zeigt Taf. XI Fig. 15. In dem ventralen Abschnitt des abgeschnürten postembryonalen Theils bemerkt man einen stark gefalteten, von cylindrischen Zellen bekleideten Sack, welcher ganz besonders am hinteren Ende des Embryo stark ausgedehnt und gefaltet ist (Taf. XI Fig. 16). Dieser ist die Allantois: ihre Zusammensetzung aus zwei Keimblättern wird aus ihrer Entwicklung vollständig aufgeklärt. Bei diesem Embryo fehlte scheinbar noch der Zusammenhang von Allantois und Schwanzdarm: bei anderen, welche demselben Mutterthier entnommen, aber etwas weiter entwickelt waren, hatten sich die Wände des kurzen Kanals, welcher beide verbindet, ebenfalls entfaltet und es stand die Allantois mit dem Schwanzdarm in freier Kommunikation. Kurz nachdem dies stattgefunden hat, rückt die Allantois unter den Schwanzdarm, mit welchem sie durch einen hohlen Stiel — den Urachus — verbunden bleibt. Ursprünglich liegt demnach die Allantois am hinteren Ende des Körpers, hinter dem Blastoporus, indem sie aber später unter den Schwanzdarm rückt und das hintere Körperende schnell weiter wächst, liegt sie schon sehr bald nicht mehr hinter, sondern vor dem Blastoporus resp. Canalis neurentericus. Sobald der Canalis neurentericus zur Ausbildung gekommen ist, kommunicirt die Höhlung des Medullarrohres frei mit der des Schwanzdarmes und auf diese Weise auch mit der Allantois: dies ist jedoch ein sekundärer Zustand.

Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, dass die Allantois nichts Anderes als der hinterste Abschnitt des Schwanzdarmes ist, welcher sich bei der Abschnürung des hinteren Endes des Embryo bildet. Sie entsteht in einem Entwicklungsstadium, in welchem alle Zellen des postembryonalen Theiles noch durchaus indifferent sind, und indem sich die Wände der Allantois fast unmittelbar an einander legen, scheint sie zu fehlen, obschon sie doch vorhanden ist. Bei der weiteren Entwicklung wird der postembryonale Theil höher aber schmaler und sobald die Abschnürung der Gegend des Blastoporus sich nähert, nehmen die Zellen des Hypoblast, für so weit sie die Schwanzdarmhöhle begrenzen, eine cylinderförmige Gestalt an. Gleichzeitig beginnt der hintere Abschnitt des Schwanzdarmes — die Anlage der Allantois — sich zu einer großen Blase zu entfalten und da diese Entfaltung sich auch nach vorn zu fortsetzt, tritt die Allantois mit dem Schwanzdarm in »freie Kommunikation«, obgleich beide nur scheinbar und nicht in Wirklichkeit von einander getrennt waren.

Nach STRAHL (27—30) dagegen legt sich bei den Sauriern (Lacerta agilis, vivipara und viridis) die Allantois als solider Zapfen am hinteren Körperende an, höhlt sich dann aus und tritt durch einen selbständig gebildeten Allantoisgang mit dem Hinter-Schwanz-darm in Kommunikation. Wäre dies der Fall, so bleiben zwei Fragen vollkommen unaufgeklärt: 1) wie entsteht in dem Gewebe des abgeschnürten postembryonalen Theiles, ohne Betheiligung der Keimblätter, ein später aus zwei Keimblättern (Splanchnopleura und Hypoblast) bestehender blindgeschlossener Sack; 2) was entsteht aus der vom Hypoblast und splanchnopleurem Mesoblast ausgekleideten Höhle, welche nothwendigerweise bei der Abfaltung des hinteren Körperendes entstehen muss?

Für die Saurier (L. agilis) war ich ebenfalls schon zu einem ähnlichen Resultat wie für die Schlangen gekommen (12), aber bei den ersteren konnte ich aus Mangel an Material die Sache nicht weiter verfolgen, denn es stand mir damals nur ein Entwicklungsstadium Embryonen mit sechs Somiten zur Verfügung.

STRAHL (32) behauptet, dass die Einbuchtung, welche ich bei den Sauriern beschrieben habe, die erste Anlage des Verbindungsganges zwischen Enddarm und Allantois, nicht die Allantois selbst darstelle. Es ist sehr wohl möglich, dass dies wirklich der Fall ist, denn wie gesagt, stand mir von den Sauriern nur ein Entwicklungsstadium zur Verfügung und außerdem ist die Scheidung von Schwanzdarm, Allantois und dem beide verbindenden Gang nicht ausführbar, indem alle auf vollkommen ähnliche Weise sich entwickeln und ohne bestimmte Grenzen in einander übergehen. Aber Hauptsache ist und bleibt wohl dies, dass die Allantois sich gleichzeitig mit der Abfaltung des postembryonalen Theiles bildet, also unter direkter Betheiligung des Hypoblast und des Mesoblast angelegt wird und in dieser Beziehung verhalten sich die Schlangen und die Saurier vollkommen ähnlich und stimmen durchaus mit den Vögeln überein, wie ich dies schon früher näher zu begründen versucht habe.

III. Zur Entwicklungsgeschichte der Hypophyse.

(Taf. X Fig. 21—27.)

Über die Entwicklungsgeschichte der Hypophyse Glandula pituitaria cerebri sprechend, sagt BALFOUR (3): »The pituitary body

is in fact an organ derived from the epiblast of the stomadaeum. This fact has been demonstrated for Mammalia. Aves. Amphibia and Elasmobranchii and may be accepted as holding good for all the Craniota.« Für die Knochenfische konnte ich diesen Satz vollkommen bestätigen: was aber kaum zu erwarten war, so sind für die Reptilien die Verhältnisse etwas anders, dies gilt nämlich von den Sauriern und den Schlangen. — Schildkröten und Krokodile konnte ich nicht untersuchen —. Die Hypophyse legt sich hier erst an, wenn die Mundeinstülpung schon durchbrochen ist, es ist also sehr schwierig mit Bestimmtheit zu sagen, ob sie ein Produkt des Epiblast oder des Hypoblast ist, sie scheint mir aber wirklich von letzterem auszugehen. Taf. X Fig. 21 ist ein Theil eines vertikalen Längsschnittes durch einen jungen Embryo von Lacerta agilis, Fig. 22 ein Theil eines ähnlichen Schnittes durch einen Embryo von Tropidonotus natrix, aus demselben Entwicklungsstadium als auf dieser Tafel Fig. 14 der Canalis neurentericus und in Taf. XI Fig. 15 und 16 die Allantois abgebildet ist. Bei beiden Embryonen war die Mundeinstülpung noch nicht durchgebrochen, der Epiblast des Stomodaeum war aber schon so sehr mit dem Hypoblast des noch blindgeschlossenen Kopfdarmes verlöthet, dass die Grenze beider Keimblätter an dieser Stelle nicht zu unterscheiden war bei *x*). Von der Anlage einer Hypophyse war noch nichts zu sehen: kurz darauf bricht aber die Mundeinstülpung durch und da finde ich auch die erste Spur einer Hypophyse als eine sehr kleine blinddarmförmige Einstülpung, welche an der Stelle angetroffen wird, wo der Epiblast in den Hypoblast umbiegt, wie dies Taf. XI Fig. 1, ein vertikaler Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus natrix, vorstellt. Auf Taf. X Fig. 24 ist die Anlage der Hypophyse bei einem Schlangenembryo aus demselben Entwicklungsstadium stärker vergrößert abgebildet. Es ist also ebenfalls sehr schwer mit Bestimmtheit zu sagen, ob die Hypophyse aus dem Epiplast oder aus dem Hypoblast sich anlegt, wir müssen daher versuchen, ob es irgend wo möglich ist, etwas genauer festzustellen, aus welchem Keimblatt sie ihren Ursprung nimmt. Bei den soeben genannten jungen Embryonen von Tropidonotus und Lacerta besteht sowohl das Epithel des Stomodaeum als das der noch blindgeschlossenen Mundhöhle aus Cylinderzellen, das Protoplasma der letzteren ist aber viel blasser als das des Stomodaeum. Danach ist es möglich beide Theile von einander mehr oder weniger deutlich zu unterscheiden. Auf Taf. X Fig. 23 ist ein Theil eines vertikalen Längs-

schnittes durch einen Embryo von Tropidonotus natrix abgebildet, welcher nur sehr wenig älter war als der, von welchem Fig. 22 einen Längsschnitt vorstellt: die Mundeinstülpung war schon durchbrochen, die letzten Residuen der Durchbrechung jedoch noch (bei *x*) zu sehen. Hier nun war noch verhältnismäßig deutlich die Grenze der blassen Hypoblastzellen und der dunkler granulirten Epiblastzellen anzugeben, und indem jetzt die blindgeschlossene Einbuchtung (bei *h*) die erste Anlage der Hypophyse darstellt, so geht daraus hervor, dass sie eigentlich von dem Hypoblast ausgeht, obwohl an ihrer Weiterbildung auch der Epiblast betheiligt ist.

Anfangs nur eine kleine, seichte Einbuchtung, stülpt die Hypophyse sich allmählich dorsalwärts mehr und mehr ein, zugleich verdickt sich ihre Wand und wird ihr Epithel höher und mehrschichtig, wie Taf. X Fig. 25, ein vertikaler Längsschnitt durch einen älteren Embryo von Lacerta, lehrt. Während der nächstfolgenden Entwicklungsstadien, so lange eine Kopfkrümmung noch existirt, zeigt die Hypophysen-Einstülpung wenig Veränderung, sie wird einfach größer und tiefer und mündet mittels einer weiten Öffnung in dem Kopfdarm aus. Erst dann, wenn die Kopfkrümmung sich wieder ausgeglichen hat, wird ihr dem Gehirn zugekehrter Theil breiter und schnürt sich mehr oder weniger ein, während ihr mit der Höhle des Munddarmes kommunicirender Ausführungsgang allmählich schmaler wird, wie aus Längsschnitten am deutlichsten hervorgeht (Taf. X Fig. 26).

Erst sehr spät wird die Hypophyse vollständig von der Mundhöhle abgeschnürt, sie hat dann noch durchaus dieselbe Gestalt wie in dem vorher beschriebenen Stadium, nur ist sie nicht unbedeutend größer geworden (Taf. X Fig. 27). Ihre dorsale eingeschnürte Fläche wird von der sehr dünnen ventralen Wand des Infundibulum durch eine dünne, an Blutgefäßen reiche Schicht Mesoblast getrennt. Sie wird jetzt schon allseitig von dem knorpeligen Theile des Primordialcraniums umgeben, ausgenommen ihre basale Fläche, welche noch vollständig frei ist. Dies war das letzte Stadium, welches ich untersuchen konnte und stammte von Embryonen, bei welchen die Haut fast pigmentlos ist.

Untersuchungen von Anderen über die Bildung der Hypophyse bei den Reptilien liegen meines Wissens noch nicht vor: aus dem Mitgetheilten ergiebt sich, dass sie sich im Allgemeinen der der übrigen Wirbelthiere ähnlich verhalten.

IV. Zur Entwicklungsgeschichte der Epiphyse.

(Taf. XI Fig. 1—10.)

Bei Repräsentanten fast aller Wirbelthierabtheilungen ist nachgewiesen, dass die Epiphyse sich als eine Ausstülpung des Daches des Zwischenhirns bildet und zwar dort zur Anlage kommt, wo das Zwischenhirn in das Mittelhirn übergeht. Wie schon a priori zu erwarten war, findet Ähnliches auch bei den Reptilien statt und STRAHL (33) hat dies bereits in einer vorläufigen Mittheilung für die Saurier nachgewiesen. Längsschnittserien geben über die Bildung der Epiphyse den besten Aufschluss. Sowohl bei den Sauriern, als auch bei den Schlangen bleibt an dem vorderen Körperende, der vordere Neuroporus, — die Stelle, wo das Gehirn sich am letzten schließt — sehr lange offen. Auch dann, wenn die Schließung stattgefunden hat, bleibt die genannte Stelle eine Zeit lang daran zu erkennen, dass hier die Epidermis mit der Gehirnwand zusammenhängt, wenn sie sonst überall sich schon von dieser gelöst hat.

Auf Taf. XI Fig. 1 gebe ich einen Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus natrix aus einem der letzten Entwicklungsstadien, in welchen der vordere Neuroporus noch zu erkennen ist. Bei *v.n* ist die Gegend des vorderen Neuroporus, die Epidermis hat sich hier noch nicht von der Gehirnwand getrennt. Der Zusammenhang ist aber ein sehr beschränkter; ich finde ihn nämlich nur auf einem Schnitt (bei Schnitten von 15 μ). Etwas weiter hinterwärts (bei *e'*) bemerkt man eine kleine Verdickung der Gehirnwand, welche ebenfalls nur auf einem Schnitt sichtbar ist. Es ist dies jedoch nicht die Epiphyse, denn wir werden gleich sehen, dass die kleine in Rede stehende Verdickung an der Stelle liegt, wo das Vorderhirn in das Zwischenhirn übergeht, während die Epiphyse da getroffen wird, wo das Zwischenhirn in das Mittelhirn sich fortsetzt. Ich erwähne dies einfach aus dem Grunde, indem daraus hervorgeht, dass die Stelle, die Epiphysenanlage, nicht dem vorderen Neuroporus entspricht, denn diese befindet sich ungefähr auf der Mitte des Vorderhirns, gerade wie VAN WIJHE (37) das für die Vögel angiebt. In diesem Stadium finde ich noch nichts von einer Epiphyse.

Bei einem Embryo von Lacerta aus einem etwas älteren Entwicklungsstadium als das eben beschriebene von Tropidonotus, zeigt das Dach des Zwischenhirns Folgendes. Taf. XI Fig. 2 ist ein

Längsschnitt bei sehr kleiner Vergrößerung gesehen. Am Dache findet man zwei Ausstülpungen, die eine *e'* entspricht der kleinen, vorher beschriebenen Verdickung, sie liegt dort, wo das Vorderhirn in das Zwischenhirn umbiegt; die andere, mehr nach hinten gelegene *e*, ist die Anlage der Epiphyse, man begegnet ihr an der Übergangsstelle des Zwischenhirn in das Mittelhirn. Diese beiden Ausstülpungen setzen uns in den Stand, schon jetzt die Grenzen der verschiedenen Hirnblasen recht scharf zu bestimmen. Schlangenembryonen aus dieser Entwicklungsperiode geben auf Längsschnitten vollkommen dieselben Bilder. Auf Taf. XI Fig. 3, 4 habe ich die beiden Ausstülpungen von Lacerta stärker vergrößert abgebildet. Fig. 3 ist die Anlage der Epiphyse, sie besteht, wie man sieht, aus zwei Ausbuchtungen, ihr blindgeschlossenes Ende ist nach vorn gekehrt; Fig. 4 ist die andere Ausstülpung, sie besteht aus mehreren Ausbuchtungen und ihr blindgeschlossenes Ende ist nach hinten gerichtet. Beide Ausstülpungen bestehen aus hohen, schmalen Cylinderzellen, die der Epiphyse sind höher als diejenigen der anderen vorderen Ausstülpung. Aus Mangel an Material konnte ich die weiteren Schicksale beider Ausstülpungen bei den Schlangen nicht verfolgen, wohl aber bei den Eidechsen und da ergiebt sich Folgendes, wie Taf. XI Fig. 5, ein Längsschnitt durch einen älteren Embryo, lehrt. Die vordere Ausbuchtung der Epiphyse *e''* schnürt sich vollständig von dem Hirndach ab; sie bildet eine kleine, runde, selbständige Blase von plattgedrückter Form und stellt die Anlage des sogenannten Leydig'schen Organes vor. Strahl (33) hat dies zuerst erkannt und ich kann seinen Befund bestätigen. Die hintere Ausbuchtung der Epiphysenausstülpung *e* bildet die Anlage der eigentlichen Epiphyse. Viel größer als die Epiphysen- ist die andere, am vorderen Ende des Zwischenhirns sich befindende Ausstülpung *e'*, sie bildet jetzt schon einen mehrfach gefalteten Blindsack, dessen Wand aus Cylinderepithelium besteht; die Zellen dieses Epithelium sind beträchtlich höher als diejenigen des übrigen Theils des Gehirndaches. Diese vordere Ausstülpung, welche Strahl nicht erwähnt, ist nichts Anderes als die Anlage des Ependym und des Plexus chorioideus des dritten Ventrikels, welche beim ausgewachsenen Thiere einen nicht unbeträchtlichen Antheil an dem Aufbau der Epiphyse nimmt. Bevor ich die weitere Bildung der Epiphyse und des Ependym nebst dem Plexus chorioideus des dritten Ventrikels beschreibe, werde ich erst deutlichkeitshalber mit ein Paar Worten das Leydig'sche Organ und seine weitere Entwicklung beschreiben.

In seinem Werke über »die in Deutschland lebenden Arten der Saurier« macht Leydig 19 auf eine ganz besondere Bildung in oder an der harten Hirnhaut aufmerksam, welche sich am Schädeldach von Embryonen und auch von ausgewachsenen Exemplaren von Lacerta agilis, muralis und vivipara so wie bei Anguis findet. Dieselbe besteht in einem über dem Zwischenhirn oder der Gegend des dritten Ventrikels gelegenen, lebhaften schwarzen Punkt, der bei sonst noch fast pigmentlosen Embryonen ungemein deutlich zu sehen ist. Und weiter sagt Leydig: »Unter dem Mikroskop, bei starker Vergrößerung, besteht der Körper aus länglichen, einem Cylinderepithel ähnlichen Zellen, so geordnet, dass sie zusammen eine flache Grube von rundlichem Umriss bilden. Der Rand der Grube ist nach oben gewendet und hat einen dichten schwarzen Gürtel von Pigment; dieser ist es eben, welcher schon fürs freie Auge das Organ bei Embryonen sehr bemerklich macht. Das Organ ist keineswegs die embryonale Zirbel, denn diese folgt erst darunter. Fragliches Gebilde entspricht ferner der Stelle, wo sich am skeletirten Schädel des fertigen Thieres, im späteren Scheitelbeine, das kreisrunde Loch (das Foramen parietale) befindet.«

Wie schon erwähnt ist das in Rede stehende Organ nichts Anderes als ein abgeschnürtes Stück der Epiphyse. Anfangs liegt dasselbe fast unmittelbar der Epidermis an und ist nur von dieser durch eine dünne Schicht Mesoblast getrennt, wie Taf. XI Fig. 6 zeigt. Ich finde dasselbe erst etwas lateralwärts, später dagegen vor der Epiphyse gelegen. Fig. 6 ist demselben Embryo entnommen, von welchem der in Fig. 7 abgebildete Längsschnitt die Epiphyse zeigt. Mit dem Größerwerden des Embryo wächst auch das genannte Organ, es behält aber seine ursprüngliche Gestalt bei und ist der einer plattgedrückten Linse am meisten ähnlich. Sobald es vor der Epiphyse liegt, finde ich es durch eine größere Mesoblastschicht von der Epidermis getrennt. Was seine Struktur angeht, so besteht es aus länglichen Cylinderzellen, die aber nicht so lang wie die der Epiphyse sind. Rings um dasselbe bildet der Mesoblast eine bindegewebige Hülle, deren Zellen an ihrer Basis stark pigmentirt werden, wie dies aus einem Längsschnitt eines schon ziemlich alten Embryo, bei welchem die Haut aber noch fast völlig pigmentlos ist, hervorgeht (vgl. hierzu Taf. XI Fig. 8).

Auch bei ganz ausgewachsenen Thieren finde ich an der harten Hirnhaut in kurzem Abstand von dem peripherischen, kolbenförmigen Ende der Epiphyse einen kleinen linsenförmigen Körper, gerade

unterhalb des Foramen parietale gelegen. Für so weit ich denselben an nicht sehr gut konservirten Thieren untersuchen konnte, besteht er aus kurzen, von einem niedrigen Cylinderepithelium gebildeten, gewundenen Schläuchen, die durch sehr stark pigmentirtes Bindegewebe von einander getrennt werden. Aus Mangel an frischem Material war ich nicht im Stande diesen Körper einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen; seine Lage kommt aber mit dem beim Embryo beschriebenen, abgeschnürten Stück der Epiphyse so vollkommen überein, dass es mir sehr wahrscheinlich ist, der eben genannte Körper sei nichts Anderes als das zeitlebens bewahrt bleibende abgeschnürte Stück der Epiphyse. Eine genauere Untersuchung dieses Körpers bei frischen Thieren, besonders aber auch bei ganz ausgewachsenen Embryonen und jungen Individuen scheint mir sehr wünschenswerth zur näheren Begründung dieser Meinung. Kehren wir jetzt zur Epiphyse selbst zurück. Auf Taf. XI Fig. 7 ist dieselbe auf einem Längsschnitt bei einem älteren Embryo abgebildet. Die vordere Ausstülpung e' bildet jetzt schon einen ziemlich stark gefalteten Sack, der aber noch durch eine weite Öffnung mit der Hirnhöhle in freier Kommunikation steht. Die Stückchen e''' und e'''', welche sich auf diesem Schnitt vollständig abgeschnürt zeigen, sind dies aber in Wirklichkeit nicht, sondern hängen auf mehr lateralwärts genommenen Schnitten kontinuirlich mit dem genannten Sack zusammen, sie sind also nichts Anderes als seitliche Ausbuchtungen.

Mit der Größenzunahme der Epiphyse faltet sich die vordere Ausstülpung, oder wenn man will, das ganze Dach des Zwischenhirns immer mehr und mehr, zugleich rückt das Vorderhirn dem Mittelhirn näher, wie Längsschnitte durch ältere Embryonen es am deutlichsten nachweisen (vgl. Taf. XI Fig. 8). Das ganze Dach des Zwischenhirns wird also für das stark gewundene Ependym des dritten Ventrikels verwendet, welches sich auch in tiefen Falten der Epiphyse anlegt; beide sind aber von einander unmittelbar zu unterscheiden, indem das Ependym aus niedrigen, die Epiphyse aus hohen Cylinderzellen zusammengesetzt wird.

Auf Taf. XI Fig. 9 endlich gebe ich einen Längsschnitt durch die Epiphyse einer ausgewachsenen Lacerta; dieselbe hat die Gestalt eines hohlen Schlauches, einer Birne nicht unähnlich, ihre breite Basis ist nach oben gekehrt, während ihr Stiel nach unten gerichtet ist; erstere ist der Hirnhaut angeheftet. Dem unteren Theil ihrer vorderen Fläche dicht anliegend und scheinbar mit ihr kontinuirlich zusammenhängend, findet man einen Theil des stark gewundenen Epen-

dym resp. des Plexus chorioideus des dritten Ventrikels. Die Epiphyse besteht also eigentlich aus zwei Theilen, aus der eigentlichen Epiphyse, einer Ausstülpung am hinteren Umfang des Zwischenhirns, dort wo dasselbe in das Mittelhirn umbiegt, und einem accessorischen Abschnitt, einem Stück des stark gefaltenen Ependym, resp. Plexus chorioideus des dritten Ventrikels, welches sich gleichzeitig mit der Epiphyse als eine Ausstülpung des Zwischenhirns anlegt, dort wo dasselbe an das Vorderhirn grenzt. Aus dem Mitgetheilten werden die Angaben, welche LEYDIG über den Bau der Zirbel giebt, jetzt vollkommen klar. So sagt er von Lacerta: »sie (die Zirbel verbindet sich durch zwei nervöse Schenkel mit dem Gehirn« (19). Der eine Schenkel ist der Stiel der eigentlichen Epiphyse, der andere wahrscheinlich wohl nichts Anderes als der accessorische Abschnitt, das stark gewundene Ependym. Ähnlich wie bei Lacerta lautet LEYDIG's Angabe bei Anguis. Was die Struktur der Epiphyse betrifft, so sagt er darüber Folgendes: »Ihre Oberfläche hat ein faltiges Aussehen, das sich auf eine Zusammensetzung aus gewundenen Schläuchen bezieht. Doch erhielt ich auch den Eindruck, als ob es sich um eine blasige Bildung mit Faltung der Oberfläche handle.« Und in einer früheren Abhandlung (18) sagte er Folgendes: »Die Zirbel von Anguis besteht deutlich aus Schläuchen, die aufs reichste von Blutgefäßen umzogen erscheinen. Der Schläuche sind nicht viele, nur gegen ein halb Dutzend, die auskleidenden Zellen aber zeigen sich in frischem Zustande äußerst hell.« Die Angaben sind, wie man sieht, vollkommen richtig, und das scheinbar Widersprechende in denselben rührt einfach daher, dass LEYDIG in dem einen Fall mehr die eigentliche Epiphyse, in dem anderen mehr ihren accessorischen Theil, das stark gefaltete Ependym im Auge gehabt hat.

In seinen Untersuchungen über den Bau des centralen Nervensystems der Schildkröte sagt STIEDA (26) über das in Rede stehende Organ Folgendes: »Eine besondere Epiphysis cerebri existirt bei den Schildkröten nicht: das kleine keilförmige Körperchen, welches den dritten Ventrikel und das Zwischenhirn von oben bedeckend zwischen die hinteren Abschnitte der Lobi hemisphaerici eingeschoben ist, zeigt sich bei mikroskopischer Untersuchung nur als der Plexus chorioideus des Zwischenhirns oder des dritten Ventrikels. Nervöse Elemente sind nicht zu erkennen.«

Von Schildkrötenembryonen stand mir nur ein Stadium und zwar aus einer schon sehr weit vorgeschrittenen Periode zur Ver-

fügung: wenn auch wenig, so kann ich doch etwas über die Anlage der Epiphyse bei diesen Reptilien mittheilen. Aus Längsschnittserien ergiebt sich, dass die Verhältnisse den bei den Sauriern sehr ähnlich sind. Das Dach des Zwischenhirns — die Anlage des Ependym des dritten Ventrikels — ist sehr stark gefaltet, doch sind die Faltungen anders als bei den Sauriern. Sie bilden nämlich mehrere, hinter einander stehende, senkrechte, in das Lumen des dritten Ventrikels herabhängende und mit zahlreichen seitlichen Ausbuchtungen versehene Verlängerungen, die aus einem niedrigen Cylinderepithelium bestehen. Doch da, wo das Zwischenhirn in das Mittelhirn übergeht, liegt die Epiphyse als eine lange schlauchförmige Ausstülpung der erstgenannten Hirnblase; sie entspricht also vollkommen der bei den Sauriern. Während aber bei diesen das Epithel der Epiphyse durch seine hohe, cylindertörmige Gestalt sich sofort von dem niedrigen Epithel des Ependym unterscheidet, gleichen beide bei den Schildkröten so einander, dass sie kaum von einander zu unterscheiden sind. Eine Epiphyse fehlt bei den Schildkröten also eben so wenig als bei den Sauriern und es ist wohl nicht zweifelhaft — wie aus Stieda's Untersuchungen hervorgeht —, dass sie hier ähnlich wie bei den Sauriern aus zwei Theilen, der eigentlichen Epiphyse und dem stark gefalteten Ependym nebst dem Plexus chorioideus des dritten Ventrikels besteht.

Es wird jetzt sehr interessant sein die spätere Entwicklungsgeschichte der Epiphyse auch bei anderen Wirbelthieren näher zu untersuchen. Unter den Knochenfischen fand ich bei Salmen- und Forellenembryonen vor der Epiphyse eine zweite, sehr bedeutende Ausstülpung des Daches des Zwischenhirns, die ich damals als Recessus infrapinealis gedeutet habe (10 X). Ich konnte aber die späteren Veränderungen dieser letztgenannten Ausstülpung nicht weiter verfolgen, indem ich die jungen Salmen und Forellen, nachdem der Dottersack vollständig resorbirt war, nicht am Leben zu erhalten im Stande war. Was ich damals »Recessus infrapinealis« nannte, wird wohl nichts Anderes sein als die Anlage des stark gefalteten Ependym des dritten Ventrikels und in wie weit dies auch an der Bildung der Epiphyse Theil nimmt, wird jetzt genauer zu untersuchen sein.

V. Über die Kiementaschen der Reptilien.

In einer früheren kleinen Mittheilung habe ich erwähnt, dass bei den Schlangen unter den Reptilien eine fünfte rudimentäre Kie-

mentasche vorhanden sei [11]. Erst nachher habe ich erfahren, dass diese Mittheilung gar nicht neu ist, indem Born [4, 5] nicht allein schon früher eine derartige Erscheinung bei Anguis beschrieben, sondern auch auf eine Angabe von Rathke [22] aufmerksam gemacht hat, welcher Autor bei den Schildkröten schon des Vorkommens fünf äußerer Kiemenfurchen Erwähnung thut. Eine ähnliche Erscheinung beschreibt Born auch für die Eidechsen, die ich ebenfalls bestätigen kann, so dass also das Vorkommen von fünf äußeren Kiemenfurchen bei den Reptilien allgemein zu sein scheint.

Es giebt aber noch einen anderen Punkt, von welchem ich hier eben reden will. In seiner Anatomie menschlicher Embryonen hat His [8] darauf hingewiesen, dass sich die Visceraltaschen entgegen der bisherigen Annahme nicht nach außen eröffnen, eine Ansicht, der auch Born [5] für die Säugethiere beigetreten ist. Kölliker [11] theilt ebenfalls mit, dass er nach Untersuchungen am Hühnchen und Kaninchen die Überzeugung gewonnen hat, dass His Recht hat, und Rückert [21] kommt für Säugethiere (Mäuse, Schweine, Schafe) zu demselben Resultat. Die Reptilien verhalten sich eben so, wenigstens gilt dies für die Schlangen, — die Saurier habe ich darauf nicht untersucht.

Horizontale Längsschnitte geben den besten Aufschluss. Die fünfte Kiementasche scheint niemals direkt den Epiblast zu berühren, sondern bleibt von demselben durch eine sehr dünne Schicht Mesoblast getrennt; bei den vierten und dritten dagegen berührt der Hypoblast unmittelbar den Epiblast, die Verschlusslamelle ist aber äußerst dünn, einen wirklichen Durchbruch habe ich nie gesehen.

Bei ziemlich alten Embryonen, aus Entwicklungsstadien, in welchen schon das Retinalpigment auftritt und alle Kiementaschen zur Anlage gekommen sind, bricht aber die zweite Kiementasche, die hyobranchiale Kiemenspalte, wirklich nach außen durch, die Spalte ist weit klaffend. Der Epiblast geht so kontinuirlich in den Hypoblast über, dass ein Kunstprodukt wohl mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Für die erste Kiementasche konnte ich dagegen niemals eine wirkliche Durchbrechung konstatiren.

Die dritte, vierte und fünfte Kiementasche werden einfach durch blindsackartige Ausstülpungen des Hypoblast des Kopfdarmes gebildet und die äußere Oberfläche bleibt nahezu vollständig glatt. Der ersten und zweiten Kiementasche wächst dagegen eine seichte blinddarmförmige Einbuchtung des Epiblast entgegen, wohl in Folge einer

Oberflächenerhebung der sie begrenzenden Bogen, denn Anfangs finde ich dieselbe nicht vorhanden. Es hat also oft den Schein, als ob die erste Kiementasche offen stehe obgleich dies doch in Wirklichkeit nicht der Fall ist, denn bei genauer Betrachtung ergiebt sich, dass wohl äußerlich eine wahre Öffnung vorkommt, diese ist aber nicht die äußere Mündung der ersten Kiementasche, sondern die blinddarmförmige Einbuchtung des Epiblast, welcher der jener Öffnung entsprechenden Kiementasche entgegenwächst. Mehr einwärts begegnet man dann einer schmalen Zellenbrücke, durch die Verwachsung von Epiblast und Hypoblast entstanden, welche die erste Kiementasche nach außen verschließt.

Die eben erwähnte Erscheinung, dass bei den Reptilien Schlangen in schon ziemlich weit vorgeschrittenen Stadien der Entwicklung, ein Durchbruch im Bereich der zweiten Tasche vorkommt, stimmt vollständig mit einer ähnlichen Erscheinung bei den Säugethieren überein, wie dies aus den Mittheilungen von Rückert [21] hervorgeht. Ich kann mich mit der von ihm gegebenen Erklärung dieser auffallenden Thatsache vollkommen vereinigen: eine wirkliche Durchbrechung der ersten Kiementasche habe ich auch selbst bei den Knochenfischen niemals mit Sicherheit gesehen und auch bei den Amphibien scheint sie nicht zum Durchbruch zu gelangen. Durch Balfour wissen wir jedoch, dass bei den Haien die erste Spalte frühzeitig in ihrem ventralen Abschnitt sich zurückbildet, während die Tasche dorsalwärts eine Ausstülpung abgiebt, aus welcher die Spritzlochkieme entsteht. Die erste Kiementasche verhält sich also bei allen cranioten Wirbelthieren sehr gleichförmig: ventralwärts gelangt sie entweder nie zum Durchbruch, oder wenn dies wohl geschieht — wie bei den Selachiern — schließt sich die erste Spalte wieder frühzeitig. Aus der von der ersten Kiementasche abgehenden dorsalen Ausstülpung, welche immer zwischen der Anlage des N. trigeminus und Acustico-facialis gelegen ist, entwickelt sich bei den Fischen das Spritzloch, das entweder zeitlebens bestehen bleibt wie bei den Haien, oder nur beim Embryo angetroffen wird, wie bei den Knochenfischen, während bei den übrigen Wirbelthieren aus derselben die Anlage der Tuba entsteht, selbst auch bei den Amnioten — den Schlangen z. B. — welche in späterem Alter keine Spur selbst mehr einer Tuba besitzen. Dass die dritte, vierte und fünfte Visceraltasche nicht perforiren, erscheint mir, wie dies auch Rückert erwähnt, nur als ein weiterer Beleg für deren mehr rudimentäre Beschaffenheit.

VI. Zur Entwicklungsgeschichte des Nervus opticus.

(Taf. XI Fig. 17, 18, 19.)

Während früher wohl Niemand zweifelte, dass der fertige Sehnerv durch allmähliche histologische Differenzirung aus dem Augenblasenstiele sich entwickele, ist His 7 dagegen, auf theoretischen Anschauungen fußend, zu der Ansicht gekommen, dass der Augenblasenstiel nur als Leitgebilde zu betrachten sei, welches den Sehnervenfasern den Weg weise. Letztere sollen sich nach ihm vom Gehirn aus entwickeln und von da in die Retinaanlage hereinwachsen. Die Zellenverbindung, welche der Stiel der Augenblase zwischen dem Gehirn und der Retinaanlage Anfangs herstellt, mag sich später lösen, indem die Zellen einem der beiden Theile, nämlich dem Gehirn zufallen. Für die Knochenfische war ich schon früher zu dem Resultat gekommen (10), dass die direkte Beobachtung der Entwicklung des Sehnerven mit den theoretischen Reflexionen von His nicht in Einklang steht, sondern dass es die Zellen, welche die Augenblasenstiele bilden, sind, aus welchen der Opticus sich anlegt.

Vollkommen ähnlich verhalten sich die Reptilien (Schlangen und Eidechsen). Für diese Untersuchung sind vertikale Längsschnitte am meisten zu empfehlen. Wie bei den Knochenfischen, so tritt auch hier die Faserbildung in dem Augenblasenstiele auf, sobald die ersten Spuren des Retinalpigmentes sichtbar werden. Taf. XI Fig. 17 ist ein Querschnitt, der einem Embryo von Lacerta entnommen ist. Der Augenblasenstiel besteht noch fast vollständig aus Zellen, nur an einer Stelle, welche ventralwärts und etwas nach hinten gerichtet ist, fangen dieselben an, sich in Fasern umzubilden. Während nämlich die Kerne der übrigen Zellen der Augenblasenstiele noch sehr deutlich durch Farbstoffe tingirt werden, nehmen die eben genannten keine Tinktion mehr an, zugleich bemerkt man schon mehr oder weniger deutlich eine äußerst fein punktirte Substanz, die quer durchschnittenen feinen Nervenfibrillen. Verfolgt man die Schnittserie lateralwärts, dann überzeugt man sich leicht, wie bei dem Eintritt des Augenblasenstieles in die Augenblasenwand, die noch vollständig zellige dorsale Wand des Stieles sich unmittelbar in die proximale Wand der Augenblase — die Schicht des Retinalpigmentes — fortsetzt, wie dagegen die laterale, mediale und ventrale Wand des Augenstieles in die distale Wand der Augenblase über-

geht und wie die Faserbildung im Stiele, bei dem Übergang desselben in die Augenblase an die Peripherie der distalen Augenblasenwand sich fortsetzt, wie aus Querschnitten am deutlichsten hervorgeht. Verfolgt man an Längsschnitten den Augenblasenstiel medialwärts, so ergiebt sich, dass sich die Faserbildung in gleichmäßiger Weise bis in das Centralorgan des Nervensystemes das künftige Thalamencephalon fortsetzt, wo gleichzeitig mit der ersten Faserbildung in dem Augenblasenstiel auch schon das Chiasma zur Entwicklung gekommen ist.

Fig. 18 ist ein Querschnitt des Augenblasenstieles eines etwas älteren Embryo, die Faserbildung ist deutlicher geworden und hat sich über einen größeren Umfang ausgedehnt, die Höhlung des Stieles ist immer noch vorhanden, aber in derselben bemerkt man auch nicht die Spur von Fasern. Erst jetzt verschwindet auch diese Höhlung und die Fibrillirung dehnt sich immer mehr und mehr aus, wie Fig. 19, ein Querschnitt durch den Opticus eines noch älteren Embryo nachweist.

Die Verhältnisse bei den Reptilien stimmen in dieser Beziehung vollkommen mit denen bei den Knochenfischen überein, es dürfte also kaum zweifelhaft sein, dass wir es hier mit einer allgemeinen Erscheinung zu thun haben.

VII. Über die Bildung des Blutes bei den Schlangen.

(Taf. XI Fig. 20.)

Für die Frage nach der Entwicklung des Blutes sind unter den Amnioten die Reptilien wohl die am meisten zu empfehlenden Objekte. Bei sehr jungen Embryonen von Lacerta agilis, wo der Mesoblast den Keimwall noch nicht erreicht hat, begegnet man — außer zahlreichen Blutinseln und Gefäßen in der Splanchnopleura — großen Blutinseln in dem zwischen dem Keimwall und dem peripherischen Theil des Mesoblast, also nur von Epi- und Hypoblast begrenzten Raum. Diese Blutinseln liegen dem Hypoblast unmittelbar an. Wie schon früher angegeben, kann über den Ursprung dieser Zellen wohl kaum Zweifel bestehen, dass sie alle von dem eben genannten Keimblatt stammen. Wenn nämlich an bestimmten Stellen des Blastoderms Blutinseln vorhanden sind, noch bevor der Mesoblast sich dort angelegt hat, wenn die Elemente, welche diese Blutinseln bilden, alle Übergangsstadien zwischen den großen mit Dotterkörnchen stark erfüllten Hypoblastzellen und den bedeutend kleineren, aus

welchen die in Rede stehenden Haufen bestehen, sich Stufe für Stufe nachweisen lassen, dann geht daraus, wie mir scheint, wohl mit Bestimmtheit hervor, dass das Blut aus dem Hypoblast stammt.

Ich habe jetzt versucht nachzugehen, wie in dieser Beziehung die Schlangen sich verhalten. Mit den Sauriern stimmen sie in dem Besitz eines breiten, nicht sehr hohen Keimwalles überein. Die jüngsten Embryonen, welche noch keine Somiten besaßen, zeichneten sich dadurch aus, dass ein mesoblastfreier Raum nicht mehr existirte, sondern dass in dem peripherischen Theil des Blastoderms schon spindelförmige Mesoblastzellen angetroffen wurden. Auf Taf. XI Fig. 20 gebe ich einen Theil eines Querschnittes durch einen solchen Embryo. Die Blutinseln liegen dem Hypoblast unmittelbar an, mehr centralwärts enthielt auch die Splanchnopleura weder Blutgefäße, noch Blutinseln, oft sind beide noch durch einen ziemlich großen Zwischenraum von einander getrennt. Die Zellen, aus welchen die Inseln bestehen, gleichen noch fast vollkommen dem des Hypoblast, sie zeigen denselben grobkörnigen Inhalt wie diese und unterscheiden sich so ins Auge fallend von denen des Mesoblast, welche aus schmalen, spindelförmigen Gebilden bestehen, dass daraus unmittelbar hervorgeht, wie die Zellen der Blutinseln unmöglich von denen des Mesoblast herstammen, sondern nur aus dem Hypoblast ihren Ursprung nehmen können. Wohl begegnet man Gebilden, die Übergangsstufen zwischen den spindelförmigen Mesoblastzellen und den grobkörnigen des Hypoblast, resp. der Blutinseln darstellen. Eben so wenig wie bei den Sauriern, scheint mir dann auch bei den Schlangen Zweifel zu bestehen, dass das Blut ein Produkt des Hypoblast ist. Der Behauptung von Kollmann 15 : der Mesoblast habe keinen Antheil an der ersten Anlage der Area vasculosa, d. i. des Blutes und der Gefäße, schließe ich mich vollkommen an.

VIII. Über die Entwicklung des Ganglion ciliare.

(Taf. XII.)

Die in den Lehrbüchern der Anatomie fast allgemein vertretene Ansicht, dass das Ganglion ciliare dem Gebiete des Nervus trigeminus angehöre oder nach dem Vorgange von Fr. Arnold (1) als ein Ganglion des Kopftheils des Sympathicus zu betrachten sei, wurde durch eine umfassende Arbeit von Schwalbe '25 sehr erschüttert. In dieser Arbeit, in welcher auch die sehr zerstreute Litteratur gründlich gesammelt ist, kommt Schwalbe zum Schluss, dass das

Ganglion ciliare nicht dem Trigeminus zugehöre, auch nicht ein sympathisches Ganglion repräsentire, sondern dem Stamm des Oculomotorius angehöre und einem Spinalganglion homolog sei. Ich habe versucht nachzugehen, in wie weit es möglich wäre die Entwicklungsgeschichte des Ganglion ciliare bei den Reptilien zu verfolgen, um zu sehen, ob die auf diesem Wege zu erhaltenden Resultate mit denjenigen, zu welchen SCHWALBE durch vergleichend-anatomische Untersuchungen gekommen ist, in Einklang stehen. Ich bin aber zu anderen Schlüssen als SCHWALBE gekommen und ich hoffe nachzuweisen, dass das Ganglion ciliare nicht dem Oculomotorius zugehört, dass es auch nicht ein Spinalganglion repräsentirt, sondern einem sympathischen Ganglion homolog und demnach die alte ARNOLD'sche Ansicht vollkommen richtig ist.

Für die Litteratur verweise ich auf die Arbeit von SCHWALBE; deutlichkeitshalber will ich nur Folgendes erwähnen. Die Verhältnisse der Augenmuskelnerven und des ersten Astes des Trigeminus sind durch SCHWALBE bei den Reptilien nicht selbst untersucht; es war dies auch um so weniger nöthig, indem wir darüber die mit Recht hochgerühmte Arbeit von FISCHER 6 besitzen. Außerdem kommt aber noch eine zweite Arbeit vor, welche SCHWALBE entgangen zu sein scheint, nämlich die von MAX WEBER 31; dieselbe enthält eine sehr genaue Beschreibung der Augenmuskeln, der Augenmuskelnerven und des ersten Astes des Trigeminus bei den Lacertae. Beide Autoren geben an, dass der erste Ast des Trigeminus bei den Sauriern — der Ramus ophthalmicus — ein vom gemeinschaftlichen Ganglion des zweiten und dritten Astes getrenntes Ganglion besitze. Ich werde dasselbe das Ganglion ophthalmicum nennen. Der aus demselben entspringende Ramus ophthalmicus theilt sich in einen Ramus frontalis und in einen Ramus nasalis; erstgenannter ist für die Haut der Stirngegend bestimmt, während der Ramus nasalis die Nasenschleimhaut versorgt und außerdem beständig einen Zweig ins Ganglion ciliare des N. oculomotorius abgiebt. So lautet die Angabe von FISCHER. Und WEBER sagt über das Ganglion ciliare: »Dasselbe erscheint als eine längliche Anschwellung im Stamme des zweiten Astes des Oculomotorius (der erste Ast ist ein starker Zweig für den M. rectus superior). Was nun die Radix sensitiva, die auch hier den Namen »longa« beanspruchen kann, betrifft, so tritt diese als ein äußerst zartes Zweigchen des Ramus nasalis zur Mitte des Ganglion ciliare. Einer Radix sympathica wurde ich nicht ansichtig.«

Die anatomischen Verhältnisse beim ausgewachsenen Thier spre-

chen also bei den Sauriern so deutlich als möglich zu Gunsten von Schwalbe und doch ergiebt die Entwicklungsgeschichte, dass dies ein sekundärer Zustand ist, indem das Ganglion ciliare sich nicht in dem Stamm des Oculomotorius anlegt.

Für diese Untersuchung sind Schnittserien in drei Richtungen, horizontale und vertikale Längsschnitte und Querschnitte nöthig. Die sehr starke Kopfkrümmung macht jedoch das Anfertigen solcher Schnitte äußerst schwierig, so dass beziehungsweise nur ein kleiner Theil der Serien verwendbar war. Zum deutlichen Verständnis der Sache wird es nöthig sein erst einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte des Trigeminus und des Oculomotorius zu werfen.

Bei Schlangenembryonen mit 10 - 12 Somiten finde ich die erste Anlage des peripherischen Nervensystems in der Gestalt der bekannten Nervenleiste (neural ridge der englischen Autoren). Dieselbe erstreckt sich bis in den vordersten Theil des Kopfes und tritt schon vor dem gänzlichen Verschlusse des Medullarrohres und ihrer Abschnürung von der Epidermis auf. Milne Marshall 20 hat dies zuerst beim Hühnchen nachgewiesen und van Wijhe 35 bestätigte später diese Angabe bei den Knorpelfischen: Ähnliches finde ich auch bei allen von mir untersuchten Schwimm- und Sumpfvögeln, so wie unter den Säugethieren beim Kaninchen, so dass wir es hier wahrscheinlich mit einer allgemeinen Erscheinung zu thun haben.

Taf. XII Fig. 1—4 mögen dies verdeutlichen, es sind drei Querschnitte durch einen Schlangenembryo mit 10—12 Somiten, welche quer auf der Achse genommen sind, indem aber in diesem Stadium schon eine Kopfkrümmung vorhanden ist, treffen sie den gekrümmten Theil des Kopfes horizontal. Fig. 1 geht durch die Gegend der hier nur noch eben angelegten Augenblasen: das Medullarrohr steht zwischen den Augenblasen (bei +) noch ziemlich weit offen, dort, wo die Seitenwände in die Epidermis umbiegen, ist diese verdickt (bei x). Über den Augenblasen sieht man die erste Anlage der Nervenleiste, welche hier sowohl mit der Epidermis als auch mit der Wand des Medullarrohres zusammenhängt. In Fig. 2 ist der Theil dieses Schnittes bei starker Vergrößerung abgebildet. Verfolgt man die Nervenleiste nach hinten, so ergiebt sich, dass dieselbe kleiner und kleiner wird, wie dies Fig. 3 zeigt, und noch ein paar Schnitte mehr nach hinten zu ist sie vollständig verschwunden: die Epidermis liegt dann fast unmittelbar der dorsalen Wand des Medullarrohres auf, ist aber von ihr deutlich getrennt. Indem die Öffnung des Medullarrohres in diesem Stadium der Entwicklung sich noch

über den ganzen vorderen Theil des Embryo ausstreckt, treffen die dort genommenen Schnitte die Öffnung zweimal, nämlich dorsal- und ventralwärts, wie dies Fig. 4 nachweist. Ventralwärts zeigt die Epidermis dasselbe Verhalten wie in Fig. 4 bei +; dorsalwärts sieht man, dass die Nervenleiste schon vorhanden ist, bevor das Medullarrohr sich hier geschlossen hat (siehe Fig. 4). Auf horizontalen Längsschnitten, welche den gekrümmten Theil quer getroffen haben, bemerkt man, dass die Nervenleiste sich unmittelbar in die Verdickung der Epidermis bei ihrem Übergang in die Augenblasenwand fortsetzt.

Bei etwas älteren Embryonen entspringt nun der Trigeminus von der genannten Nervenleiste mit sehr breiter Basis, welche sich vom Hinterhirn bis über die Augenblasen ausdehnt. Taf. XII Fig. 5, ein Querschnitt durch einen Schlangenembryo, möge dies verdeutlichen. Zwischen der Anlage des Trigeminus und des Acustico-facialis ist die Nervenleiste jetzt schon abortirt, später verschwindet auch ihr vorderer Theil, so dass die Ursprungsstelle des Trigeminus dann allein auf das Hinterhirn beschränkt ist. Sobald das Dach des Hinterhirns sich zu verdünnen anfängt, rückt allmählich auch die Trigeminusanlage von der dorsalen Fläche des Medullarrohres nach der Basis. Lange bevor sie diese erreicht hat, schwillt sie zu zwei großen Ganglien auf, die jetzt noch unmittelbar der Wand des Medullarrohres anliegen und einander innig berühren. Erst in sehr späten Stadien der Entwicklung differenzirt sich der kurze Trigeminusstamm und es trennen sich die beiden Ganglien mehr oder weniger deutlich von einander. Aus dem einen Ganglion, das mehr nach hinten gelegen ist, entspringen der zweite und dritte Ast des Trigeminus; dasselbe geht uns hier aber nicht weiter an; das andere, welches uns allein interessirt, ist das Ganglion ophthalmicum. Taf. XI Fig. 6 ist ein Querschnitt durch einen Embryo von Lacerta agilis aus dem Obigen entsprechenden Stadium der Entwicklung. Den kontinuirlichen Zusammenhang zwischen der Ursprungswurzel des Trigeminus und der Wand des Medullarrohres finde ich in keinem Stadium unterbrochen.

Viel später als der Trigeminus entwickelt sich der Oculomotorius; bei Lacerta sehe ich ihn zuerst deutlich, wenn die Linseneinstülpung in Begriff steht sich abzuschnüren, als einen von der ventralen Fläche des Mittelhirns mit breiter Basis entspringenden Strang, welcher aus nur spärlich vorhandenem feingestreiften Protoplasma besteht, aber sehr reich an Kernen ist, die dicht an einander

gedrängt stehen. Er liegt medianwärts vom Ganglion ophthalmicum und nahezu am hinteren Umfang des ersten Kopfsomites, aus welchem sich die Mm. rectus superior, inferior, internus und obliquus inferior entwickeln, wie dies van Wijhe (36) zuerst auch für die Saurier nachgewiesen hat. Taf. XII Fig. 7 zeigt den Oculomotorius auf einem etwas schräg getroffenen Querschnitt: die Höhle des ersten Kopfsomites ist hier deutlicher angegeben als eigentlich auf diesem Schnitt wirklich der Fall ist, denn, wie gesagt, liegt er mehr am hinteren Umfang des ersten Kopfsomites und in die erwähnte Figur ist die Höhlung dieses Somites nach einem Schnitt genommen, welcher etwas mehr vorwärts (besser vielleicht gesagt, da in diesem Stadium die Kopfkrümmung sehr stark ist: »mehr ventralwärts«) sich befindet. Ich habe beide Schnitte zu einer Figur kombinirt, um zugleich den sehr großen Umfang des ersten Kopfsomites anzugeben. Bei Embryonen, welche etwas älter sind, und bei welchen der Oculomotorius deutlicher zur Entwicklung gekommen ist, kreuzt er medialwärts das distale Ende des Ganglion ophthalmicum und giebt an dasselbe einen Ramus anastomoticus ab. Die Bedeutung des Ganglion ophthalmicum wird dadurch vollkommen klar, seine Entwicklung in einem als eine dorsale Spinalwurzel sich anlegenden Nervenstamm, seine Anastomose mit einem als eine ventrale Spinalwurzel sich bildenden Nervenstamm lassen wohl keinen Zweifel darüber bestehen, dass das Ganglion ophthalmicus einem Spinalganglion homolog ist. Auf Taf. XII Fig. 8 sieht man bei schwacher Vergrößerung diesen Ramus anastomoticus von Lacerta auf einem horizontalen Längsschnitt und in Fig. 9 ist ein Theil dieses Schnittes stärker vergrößert abgebildet; Taf. XI Fig. 10, 11 stellen diese Anastomose auf dem Querschnitt vor. Schon in diesem Stadium entspringt von dem Ganglion opthalmicum ein Hautast, vielleicht selbst mehrere, ich kann dies nicht mit Bestimmtheit sagen; einen sehe ich auf allen Querschnitten und horizontalen Längsschnitten, es ist aber ein sehr feines Zweigchen. Ich habe denselben auf Taf. XII Fig. 9 abgebildet, er liegt aber nicht in diesem Schnitt, sondern in einem, welcher etwas mehr rückwärts sich befindet; er besteht aus fein gestreiftem Protoplasma mit spärlichen Kernen, ganz ähnlich ist der Ramus anastomoticus gebaut. Auch bei viel älteren Embryonen finde ich diesen Hautast beständig wieder, besonders sehr schön bei Schlangenembryonen. Ein solcher ist auf Taf. XII Fig. 12 bei sehr starker Vergrößerung abgebildet. Mit sehr breiter Basis setzt er sich an die hier nur aus einer einzigen Zellenschicht bestehende Epidermis und ist so innig

mit dieser verschmolzen, dass man sich kaum des Gedankens enthalten kann: die Epidermis betheilige sich mit an der Bildung seines peripherischen Endes. Die Bilder erinnern vollkommen an diejenigen, welche VAN WIJHE an den supra- und infraorbitalen Schleimkanälen und an dem Seitenkanal der Knochenfische beschreibt, die in ganz ähnlicher Weise auch bei den Knochenfischen wiederkehren und welche mich zu der Annahme gezwungen haben, dass das peripherische Ende des Ramus lateralis nervi vagi auf Kosten der Epidermis weiter wachse (10, IX).

Ob nun in dem Stadium der Entwicklung, in welchem ich zuerst den Ramus anastomoticus zwischen dem Oculomotorius und dem Ganglion ophthalmicum finde, das in Rede stehende Ganglion schon seine beiden peripherischen Äste, den Ramus frontalis und den Ramus nasociliaris (so will ich den »Ramus nasalis« nennen abgiebt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, der Ramus frontalis scheint mir bestimmt noch zu fehlen, aber ich bin zweifelhaft, ob dies auch von dem Ramus nasociliaris gelte: wenn vorhanden, ist er jedenfalls noch sehr kurz.

Das Ganglion ophthalmicum nimmt bald an Größe bedeutend zu, seine beiden peripherischen Äste lassen sich dann auch deutlich nachweisen: der Ramus nasociliaris ist aber viel stärker als der Ramus frontalis, beide entspringen nicht mit einem gemeinschaftlichen kurzen Stamm, sondern unmittelbar von dem distalen Ende des Ganglion ophthalmicum. Der Ophthalmicusstamm fehlt noch vollkommen, wir werden sehen, dass derselbe sich erst viel später differenzirt. Lateral- und dorsalwärts tritt der Ramus frontalis, medial- und ventralwärts der Ramus nasociliaris von dem Ganglion ophthalmicum ab, dort, wo letztgenannter Ast sich abzweigt, wird er von dem N. oculomotorius gekreuzt, wie vertikale Längsschnitte am besten lehren. Taf. XII Fig. 13 ist ein solcher Schnitt von Lacerta agilis. Der Ramus nasociliaris geht ventralwärts, der Ramus frontalis dorsalwärts vom Ganglion ophthalmicum ab. Erstgenannter läuft erst über der lateralen, darauf über der vorderen Wand des ersten Kopfsomites dem Auge zu, um dann zwischen der proximalen Augenblasenwand die Schicht des späteren Retinalpigments und der Hirnwand gelegen, sich nach dem Nasengrübchen zu begeben. In derselben Fig. 13 ist auch der Nervus oculomotorius abgebildet, obgleich er nicht in diesem Schnitt zu sehen war, sondern erst auf mehr medialwärts gelegenen zum Vorschein kommt. Er liegt der hinteren Wand des ersten Kopfsomites fast unmittelbar an, auch

noch mehr medianwärts finde ich ihn immer noch in fast unmittelbarer Berührung mit der genannten Wand des ersten Kopfsomites, dann verlässt er diese, um sich nach seiner Ursprungsstelle, der ventralen Fläche des Mittelhirns, zu begeben, wo er in diesem Stadium noch mit breiter Basis entsteht. Auf seinen Verlauf muss er natürlich das distale Ende des Ganglion ophthalmicum kreuzen und an der Kreuzungsstelle giebt er den Ramus anastomoticus ab. Taf. XII Fig. 14 ist ein vertikaler Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus natrix. In demselben Schnitt liegt auch der Nervus oculomotorius, der sich bei den Schlangen dem bei den Sauriern durchaus ähnlich verhält, nur mit dem kleinen Unterschiede, dass hier der N. oculomotorius dem distalen Ende des Ganglion ophthalmicum näher als bei den Sauriern liegt (siehe Taf. XII Fig. 15). Es ist aber auch bei den Schlangen nicht eine bloße Kreuzung, sondern an der genannten Stelle giebt der N. oculomotorius einen Ramus anastomoticus nach dem Ganglion ophthalmicum ab, wie dies Querschnitte am besten lehren (vgl. Taf. XII Fig. 16). Und dass es wirklich der Ramus nasociliaris ist, der vom distalen Ende des Ganglion ophthalmicum, sich abzweigt, dort wo er mit dem Oculomotorius anastomosirt —, ergiebt sich, wenn man diesen Nervenast auf Querschnitt- und horizontalen Längsschnittserien weiter verfolgt. Man sieht dann, dass er sich nach dem Nasengrübchen hin begiebt, wie Taf. XII Fig. 17 zeigt. Sowohl der Ramus frontalis als der Ramus nasociliaris bestehen bis dahin noch aus fein gestreiftem Protoplasma, das sehr reich an länglich-ovalen Kernen ist. In dem proximalen Ende beider Nervenäste zeigt dies fein gestreifte Protoplasma schon deutlicher eine fibrilläre Struktur.

Bis zu diesem Stadium der Entwicklung fehlen die Augenmuskeln noch vollständig, ein Ganglion ciliare ist ebenfalls noch nicht vorhanden. Sobald aber die erste Faserbildung in dem Augenstiel auftritt und die ersten Spuren des Retinalpigmentes sichtbar werden, fängt das distale Ende des Ganglion ophthalmicum, an der Stelle, wo es mit dem N. oculomotorius anastomosirt und der Nasociliaris sich abzweigt, sich nach unten zu noch etwas zu verlängern, um dann knotenförmig sich zu verdicken. Diese distale, mediale Verdickung des Ganglion ophthalmicum stellt die erste Anlage des Ganglion ciliare vor, es liegt fast unmittelbar der proximalen Augenblasenwand an, von dieser nur durch eine dünne Schicht Mesoblast getrennt, das Material, aus welchem sich alsbald die Sclerotica und Chorioidea bilden werden. Taf. XII Fig. 18, 19 sind zwei vertikale Längs-

schnitte durch einen Embryo von Lacerta agilis aus diesem Stadium der Entwicklung. Der am meisten lateralwärts gelegene Schnitt (Fig. 18) zeigt einen Theil des Ganglion für den zweiten und dritten Ast des Trigeminus, so wie das Ganglion ophthalmicum, dessen distales Ende medial- und ventralwärts etwas eingeschnürt ist, um dann in eine knotenförmige Verdickung sich fortzusetzen. Diese, welche die Anlage des Ganglion ciliare vorstellt, liegt der proximalen Augenblasenwand fast unmittelbar an. Fig. 19 ist ein mehr medialwärts genommener Schnitt. In demselben begegnet man der Mesoblastmasse — dem Homologon des ersten Kopfsomites —, aus welcher der M. rectus externus und der M. retractor bulbi sich entwickeln werden. Der von der Basis des Hinterhirns mit zahlreichen äußerst zarten Fäserchen entspringende Nervus abducens löst sich in die genannte Mesoblastmasse auf. Ventralwärts bemerkt man den Oculomotorius, der jetzt schon sehr stark faserig geworden ist, er liegt noch immer der Hinterwand des ersten Kopfsomites an, die Höhle dieses Somites ist aber schon bedeutend kleiner geworden und aus seinen Wänden, welche sich zu verdicken anfangen, entwickeln sich allmählich die durch den Oculomotorius innervirten Augenmuskeln.

Schlangenembryonen aus entsprechenden Entwicklungsperioden zeigen fast vollkommen dieselben Bilder, nur in einer Beziehung sind sie vortheilhafter. Bei den Sauriern nämlich liegt das bis jetzt noch kleine Ganglion ciliare ziemlich weit von dem Stamm des Oculomotorius entfernt, das Gewebe des dünnen Ramus anastomoticus ist jetzt auch faserig geworden und erst nach Anfertigung vieler Querschnittserien fand ich die wenigen, äußerst dünnen Nervenfibrillen, welche den Oculomotorius mit dem Ganglion ciliare verbinden. Bei den Schlangen liegen beide einander näher und auf Querschnitten findet man, dass ein ziemlich dickes Faserbündel von dem Oculomotorius abgeht und sich in das Ganglion ciliare einsenkt. Bei den Schlangen habe ich die Sache nicht weiter untersucht, wohl aber bei den Sauriern; die Verhältnisse der erstgenannten sind uns auch beim ausgewachsenen Thier nicht bekannt. Was aber die Saurier angeht, so kann ich darüber Folgendes angeben.

Das Ganglion ciliare nimmt alsbald an Größe zu, zugleich fängt der kurze Verbindungsstrang — das künftige proximale Ende des Ramus nasociliaris, wodurch dasselbe mit dem Ganglion ophthalmicum zusammenhängt, — an faserig zu werden, wie Längsschnitte am deutlichsten zeigen (siehe Taf. XII Fig. 20). Gleichzeitig spitzt sich

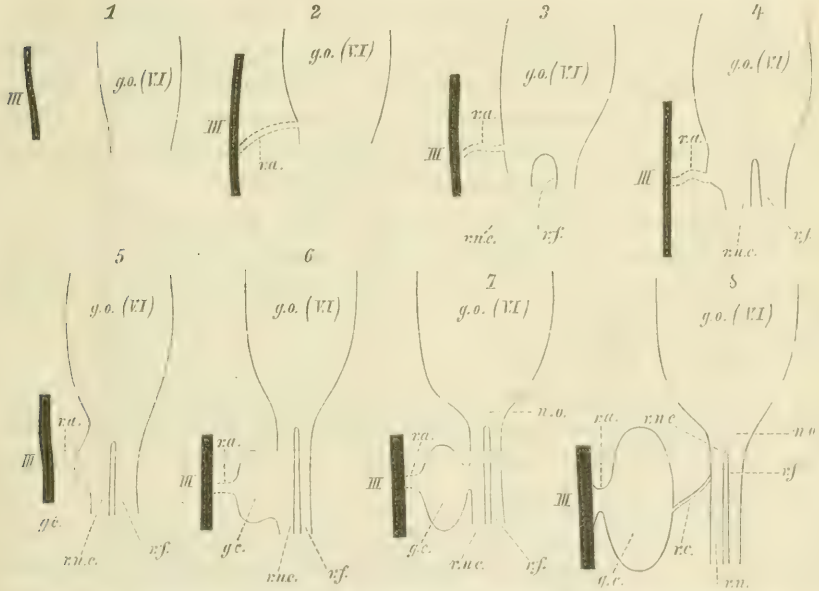
das distale Ende des Ganglion ophthalmicum mehr und mehr zu und dadurch rückt der Ramus frontalis dem Ramus nasociliaris immer näher, so dass sie schließlich fast über einander liegen. Erst wenn das Ganglion ciliare sich gebildet hat und auch das distale Ende des Ganglion ophthalmicum faserig geworden ist, kann man von einem Ophthalmicusstamm reden: derselbe ist aber nur sehr kurz und fast unmittelbar nach seinem Ursprung aus dem Ganglion ophthalmicum theilt er sich in seine beiden Endäste, den Ramus frontalis und den Ramus nasociliaris.

Mit der Größenzunahme des Ganglion ciliare rückt es dem Oculomotorius näher und näher. Querschnittserien zeigen die Verhältnisse am schönsten. Taf. XII Fig. 21—25 bieten fünf Schnitte einer solchen Serie. In Fig. 21, die Abbildung des am meisten nach hinten genommenen Schnittes, sieht man den Oculomotorius und den Nervus ophthalmicus; letzterer liegt lateral-, ersterer medialwärts; Fig. 22 ist die Stelle, wo der Ophthalmicus sich in seine beiden Endäste, den Ramus frontalis und den Ramus nasociliaris theilt. Einen Schnitt noch etwas weiter vorwärts zeigt Fig. 23: indem der Ramus frontalis nach oben steigt, hat der Querschnitt ihn hier schräg getroffen. Noch etwas mehr nach vorn schwillt der Ramus nasociliaris zu dem Ganglion ciliare an; Fig. 24 und 25 endlich zeigt die jetzt sehr bedeutende Anastomose des Oculomotorius mit dem in Rede stehenden Ganglion. Oculomotorius und Ganglion ciliare berühren einander fast unmittelbar: die Anastomose liegt gerade auf der Höhe des Chiasma nervorum opticorum, das Ciliarganglion befindet sich also lateralwärts und etwas hinter dem Eintritt des Nervus opticus in das Auge.

Jetzt fängt das Ganglion ciliare an sich von dem Stamm des Ramus nasociliaris abzugliedern, mit dem es nur noch mittels einiger langer dünner Fäserchen in Zusammenhang bleibt, zugleich verbindet es sich immer inniger mit dem Oculomotoriusstamm, dem es nun vollständig anzugehören scheint. Dies geschieht schon, wenn die Embryonen noch fast vollkommen pigmentlos sind. Längsschnitte geben hierüber den besten Aufschluss. Taf. XII Fig. 26, 27 sind zwei Längsschnitte durch einen Embryo von Lacerta aus dieser Entwicklungsperiode. Fig. 26 liegt am meisten lateralwärts: sie zeigt einen Theil des Ganglion für den zweiten und dritten Ast des Trigeminus, so wie das Ganglion ophthalmicum; der sehr kurze Nervus ophthalmicus theilt sich in seine beiden Äste: von dem Ramus nasociliaris zweigt sich ein langes dünnes Bündel von Nervenfibril-

len ab, welches sich nach dem Ganglion ciliare begiebt, während der Hauptast selbst als Ramus nasalis sich weiter nach der Nasenhöhle fortsetzt. Fig. 27 ist die Abbildung eines mehr medialwärts gelegenen Schnittes: er zeigt den Oculomotorius, der erst dem Musculus rectus superior einen starken Ast abgiebt, dann dem Ganglion ciliare einen sehr kurzen, aber ziemlich dicken Zweig entsendet, um sich darauf weiter in seine Endäste zu verzweigen. Sowohl an Quer- wie an Längsschnitten sieht man, dass der Oculomotorius medialwärts vom Ganglion ciliare gelegen ist. Lateralwärts, ungefähr gerade gegenüber dem Verbindungszweig mit dem Oculomotorius treten die Nervi ciliares aus dem Ganglion ciliare ab (Fig. 20). Die Verhältnisse entsprechen jetzt schon vollständig denen beim ausgewachsenen Thiere.

Deutlichkeitshalber gebe ich noch folgende schematische Abbil-



g.c. Ganglion ciliare; *g.o.(V.I)* Ganglion opthalmicum (Ganglion des ersten Astes des Trigeminus): *n.o.* Nervus ophthalmicus; *r.a.* Ramus anastomoticus; *r.c.* Ramus ciliaris, ein Zweig des Ramus nasociliaris *r.n.c.*; *r.f.* Ramus frontalis; *r.n.* Ramus nasalis; *III.* N. oculomotorius.

dungen, um den ganzen Entwicklungsprocess des Ganglion ciliare mit einem Blick zu übersehen (siehe vorstehenden Holzschnitt).

Aus dem Mitgetheilten glaube ich zu folgenden Schlüssen berechtigt zu sein: Das Ganglion ciliare gehört nicht dem Stamm des

Nervus oculomotorius an, es ist auch nicht einem Spinalganglion homolog, sondern es ist entweder als ein Ganglion des Trigeminus oder als ein sympathisches Ganglion zu betrachten. Sein spätes Entstehen, seine Abgliederung von einem, einem Spinalganglion vollkommen homologen Nervenknoten, seine Entwicklung unter Betheiligung motorischer und sensibler Elemente, seine Verbindung sowohl mit einem als eine wahre dorsale Spinalwurzel (dem Ophthalmicus), als mit einem als eine echte ventrale Spinalwurzel (dem Oculomotorius) sich entwickelnden Nervenstamm, lassen, wie mir scheint, über die Natur des Ganglion ciliare als einem sympathischen Ganglion wohl wenig Zweifel bestehen; die alte Arnold'sche Auffassung ist demnach vollkommen richtig. Wie das Ganglion ophthalmicum das vorderste Spinalganglion bildet, so stellt das Ganglion ciliare das vorderste sympathische Ganglion vor. Seine Entwicklung ist dem eines sympathischen Ganglion durchaus homolog.

Schwalbe (25) hat das große Verdienst, zuerst auf vergleichend-anatomischem Wege nachgewiesen zu haben, dass bei allen cranioten Wirbelthieren der Oculomotorius einen selbständigen Nerven bildet, was durch die Entwicklungsgeschichte vollkommen bestätigt wird: es ergiebt sich aber, dass die Bedeutung des Ganglion ciliare nur durch die Entwicklungsgeschichte festzustellen ist.

Bekanntlich hat Remak (Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere beim Hühnchen schon gezeigt, dass das Ganglion-ciliare nicht dem Nervus oculomotorius angehört sondern an einem Ausläufer des Ganglion Gasseri entsteht, welcher den beiden Ästen des trigeminus entspricht.

Retzius (23) ist schon auf histologischem Wege zu dem Resultat gekommen, dass auch das Ganglion ciliare dem sympathischen Nervensystem zuzurechnen sei, und die Entwicklungsgeschichte hat diese Ansicht vollkommen bestätigt.

Die Verhältnisse bei den Selachiern weichen, wie aus den Untersuchungen von van Wijhe hervorgeht, so sehr von denen der Reptilien ab, dass ich für den Augenblick keine Möglichkeit sehe, dieselben mit einander in Übereinstimmung zu bringen.

Leiden, Februar 1885.

Verzeichnis der benutzten Litteratur.

1) Fr. Arnold, Der Kopftheil des vegetativen Nervensystems beim Menschen. 1831.

2) K. E. von Baer, Beitrag zu der Entwicklungsgeschichte der Schildkröten. in: Joh. Müller's Archiv. pag. 544. 1834.

3) F. M. Balfour, A treatise on comparative Embryologie. T. II. 1881.

4) G. Born, Eine frei hervorragende Anlage der vorderen Extremität bei Embryonen von Anguis fragilis. in: Zoologischer Anzeiger. Bd. VI. pag. 537. 1883.

5) —— Über die Derivate der embryonalen Schlundbogen und Schlundspalten bei Säugethieren. in: Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XXII. pag. 271. 1883.

6) J. G. Fischer, Die Gehirnnerven der Saurier. 1883.

7) W. His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. 1868.

8) — Mittheilungen zur Embryologie der Säugethiere und des Menschen. in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abtheil. 1881.

9) C. K. Hoffmann, Die Bildung des Mesoderms, die Anlage der Chorda dorsalis und die Entwicklung des Canalis neurentericus bei Vogelembryonen. in: Verhandelingen der Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. T. XXIII. 1883.

10) —— Zur Ontogenie der Knochenfische. IX. Entwicklungsgeschichte der Sinnesorgane; X. Entwicklung der Epiphyse und Hypophyse. in: Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XXIII. pag. 45. 1883.

11) —— Über die Beziehung der ersten Kiementasche zu der Anlage der Tuba Eustachii und des Cavum tympani: Ibidem pag. 525.

12) —— Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. in: Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 40. pag. 214. 1884.

13) —— Grondtrekken der vergelijkende ontwikkelingsgeschiedenis van de Gewervelde Dieren. 1. Deel. Embryologie. 1884.

14) A. Kölliker, Grundriss der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. 2. Aufl. 1884.

15) J. Kollmann, Der Randwulst und der Ursprung der Stützsubstanz. in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abtheilung. pag. 341. 1884.

16 —— Ein Nachwort. Ibidem. pag. 461.

17) C. Kupffer, Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern der Wirbel-

thiere und die Bedeutung des Primitivstreifs. in: Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abtheil. 1882.

18) Fr. Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.

19) —— Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872.

20) Milne Marshall, The Development of the Cranial Nervous in the Chick. in: Quarterly Journal of microscopical Science. T. XVIII. pag. 10. 1878.

21) H. Rathke, Entwicklungsgeschichte der Natter (Coluber natrix). 1839.

22) —— Die Entwicklungsgeschichte der Schildkröten. 1848.

23) G. Retzius, Untersuchungen über die Nervenzellen der cerebrospinalen Ganglien und der übrigen peripherischen Kopfganglien mit besonderer Rücksicht auf die Zellenausläufer. in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Anat. Abtheilung. 1881.

24) Rückert, Vorläufige Mittheilung zur Entwicklung der Visceralbogen bei Säugethieren. in: Mittheilungen der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie zu München. 1884.

25) C. Schwalbe, Das Ganglion oculomotorii. Ein Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Kopfnerven. in: Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XIII. pag. 173. 1879.

26) L. Stieda, Über den Bau des centralen Nervensystems der Schildkröte. in: Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 25. pag. 361. 1884.

27) H. Strahl, Über die Entwicklung des Canalis myelo-entericus und der Allantois der Eidechse. in: Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abtheil. 1881.

28) —— Beiträge zur Entwicklung von Lacerta agilis. Ibidem. 1882.

29) —— Beiträge zur Entwicklung der Reptilien. Ibidem. 1883.

30) —— Über Canalis neurentericus und Allantois bei Lacerta viridis. Ibidem. 1883.

31) —— Über Entwicklungsvorgänge am Vorderende des Embryo von Lacerta agilis. Ibidem. 1883.

32) —— Über Wachsthumsvorgänge an Embryonen von Lacerta agilis. in: Abhandl. der Senckenb. naturf. Gesellschaft. 1884.

33) —— Das Leydig'sche Organ bei Eidechsen. in: Sitzber. der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften in Marburg. 1884. Nr. 3.

34) M. Weber, Über die Nebenorgane des Auges der Reptilien. in: Archiv für Naturgeschichte. Bd. 43. pag. 261. 1877.

35) J. W. van Wijhe, Über die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes. in: Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. T. XXII. 1882.

36) —— Over de Somieten en de zenuwen van den kop der vogels en reptilien. in: Proces-Verbaal der Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam. Nr. 8. 1882/1883.

37) —— Über den vorderen Neuroporus der Wirbelthiere. in: Zoologischer Anzeiger. Nr. 183. 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Gültige Bezeichnung für Fig. 1—20.

bl Blastoporus,
bl(cn) Blastoporus (Canalis neurentericus),
ch Chorda,
cn Canalis neurentericus,
ch.hyp Chorda-hypoblast,
d.hyp Darm-hypoblast,
epib Epiblast,
hyp Hypoblast,
kd Kopfdarm,
mes Mesoblast,
mk Medullarkanal,
mr Medullarrinne,
sd Schwanzdarm,
som Somatopleura,
spl Splanchnopleura,
x und *x'* siehe die Beschreibung.

Fig. 1. Sechstägiger Embryo von Emys europaea, von oben gesehen. Vergr. 5/1. Nach K. E. von Baer (2).
a Eingang in den Rückenkanal (Canalis neurentericus).

Fig. 2. Querschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus natrix mit 0 Somiten. Vergr. 160/1.

Fig. 3, 4, 5. Drei mehr nach hinten genommene Querschnitte durch denselben Embryo. Vergr. 160/1. (Fig. 5 ist die Abbildung des am meisten nach hinten liegenden Schnittes.)

Fig. 6. Querschnitt durch die Gegend des Blastoporus beim selben Embryo. Vergr. 160/1.

Fig. 7, 8, 9. Drei Querschnitte durch das vordere Ende eines Embryo von Tropidonotus natrix mit zwei Somiten.
Fig. 7 Vergr. 100/1; Fig. 8, 9 Vergr. 160/1. (Fig. 7 liegt am meisten nach vorn.)

Fig. 10, 11, 12. Drei Querschnitte durch das vordere Ende eines Embryo von Tropidonotus natrix mit acht Somiten. Vergr. 160/1.
(Fig. 10 liegt am meisten nach vorn.)

Fig. 13. Querschnitt durch die Gegend des Blastoporus eines Embryo von Tropidonotus natrix mit 10 Somiten. Vergr. 100/1.
Fig. 14. Querschnitt durch die Gegend des Blastoporus eines älteren Embryo von Tropidonotus natrix. Vergr. 160/1.
Fig. 15, 16, 17. Drei Querschnitte durch einen Embryo von Tropidonotus natrix mit schon großer, bläschenförmiger Allantois. Vergr. 160/1.
Fig. 18, 19, 20. Drei Querschnitte durch einen Embryo von Lacerta agilis mit schon großer, bläschenförmiger Allantois.

Gültige Bezeichnung für Fig. 21—27.

ch Chorda,
epib Epiblast,
gw Gehirnwand,
h Anlage der Hypophyse,
hyp(md) Hypoblast des Munddarmes,
hyph Hypophyse,
hyph.g Hypophyse-Ausführungsgang,
inf Infundibulum,
k.k' knorpeliges Primordialcranium,
md Munddarm,
st Stomodaeum,
x siehe die Beschreibung.

Fig. 21. Vertikaler Längsschnitt durch den noch blindgeschlossenen Munddarm eines jungen Embryo von Lacerta agilis. Vergr. 160/1.
Fig. 22. Ähnlicher Schnitt durch einen Embryo von Tropidonotus natrix. Vergr. 160/1.
Fig. 23. Vertikaler Längsschnitt durch die früheste Anlage der Hypophyse bei einem Embryo von Tropidonotus natrix. Vergr. 160/1.
Fig. 24. Ähnlicher Schnitt durch die Hypophyse eines älteren Embryo von Tropidonotus. Vergr. 160/1.
Fig. 25. Vertikaler Längsschnitt durch die Hypophyse eines schon ziemlich alten Embryo von Lacerta. Vergr. 100/1.
Fig. 26. Ähnlicher Schnitt durch einen älteren Embryo. Vergr. 100/1.
Fig. 27. Ähnlicher Schnitt durch einen noch älteren Embryo von Lacerta. Vergr. 65/1.

Tafel XI.

Gültige Bezeichnung für Fig. 1—9.

e Epiphyse,
e' Vordere Ausstülpung des Hirndaches, bei dem Übergang des Vorderhirns in das Zwischenhirn (das spätere Ependym).
e'' Abgeschnürtes Stück der Epiphyse (LEYDIG'sches Organ).
e''' Seitliche Ausbuchtungen der vorderen Ausstülpung.
hh Hinterhirn,
hyph Hypophyse,
kd Kopfdarm,
m Mund,

mh Mittelhirn,
vh Vorderhirn,
vn vorderer Neuroporus,
zh Zwischenhirn.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus natrix. Vergr. 65/1.

Fig. 2. Längsschnitt durch einen Embryo von Lacerta agilis. Vergr. 35/1.

Fig. 3. Die Anlage der Epiphyse und des Leydig'schen Organes bei starker Vergrößerung gesehen. Vergr. 160/1.

Fig. 4. Die Anlage der vorderen Ausstülpung des Hirndaches bei starker Vergrößerung gesehen. Vergr. 160/1.

Fig. 5. Vertikaler Längsschnitt durch einen älteren Embryo von Lacerta agilis. Vergr. 100/1.

Fig. 6. Vertikaler Längsschnitt durch das Leydig'sche Organ eines älteren Embryo von Lacerta. Vergr. 120/1.

Fig. 7. Vertikaler Längsschnitt durch denselben Embryo von Lacerta. Vergr. 100/1.

Fig. 8. Vertikaler Längsschnitt durch einen noch älteren Embryo von Lacerta. Vergr. 100/1.

Fig. 9. Vertikaler Längsschnitt durch die Epiphyse einer ausgewachsenen Lacerta. Vergr. 65/1.

Gültige Bezeichnung für Fig. 10—16.

ah Amnionhöhle,
all Allantois,
epib Epiblast,
hyp Hypoblast,
sd Schwanzdarm,
som Somatopleura,
spl Splanchnopleura.
x Siehe die Beschreibung.

Fig. 10, 11. Zwei Querschnitte durch das hintere Ende eines Embryo von Tropidonotus natrix mit 10 Somiten. Vergr. 100/1.

Fig. 12, 13, 14, 15, 16. Fünf Querschnitte durch einen älteren Embryo von Tropidonotus natrix. Vergr. 100/1.

Fig. 12 liegt am meisten nach vorn, Fig. 16 am meisten nach hinten.

Fig. 17, 18, 19. Drei Querschnitte durch den Augenblasenstiel eines Embryo von Lacerta agilis aus verschiedenen Entwicklungsstadien. Vergr. 160/1.

Fig. 20. Theil eines Querschnittes von einem Embryo von Tropidonotus mit 0 Somiten.

epib Epiblast,
hyp Hypoblast,
mes Mesoblast,
bl Blutinseln.

Tafel XII.

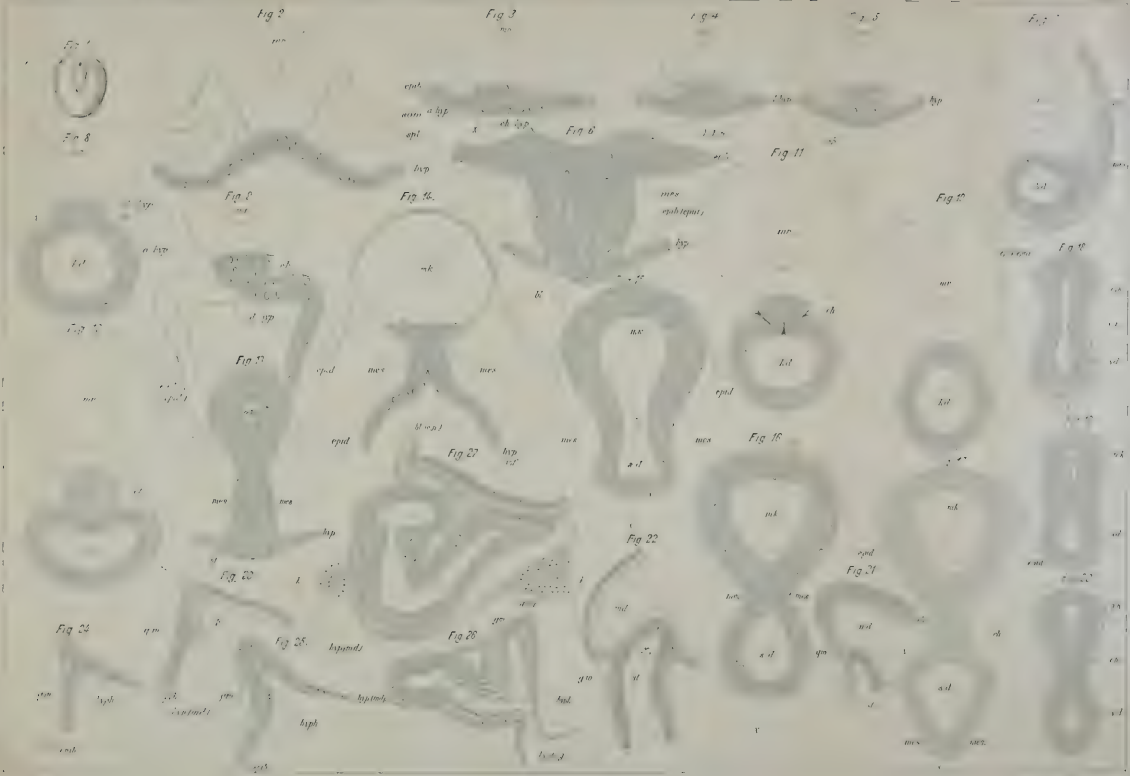
Gültige Bezeichnung für alle Figuren.

ab Augenblase,
aV Anlage des Trigeminus,
dw distale Wand der Retina,
epid Epidermis,
go (*V.1*) Ganglion ophthalmicum (Ganglion des ersten Astes des Trigeminus),
g (*V.2,3*) Ganglion für den zweiten und dritten Ast des Trigeminus,
gc Ganglion ciliare,
ha Hautast,
hh Hinterhirn,
1ks erste Kopfhöhle,
3ks dritter Kopfsomit,
mh Mittelhirn,
mk Medullarkanal,
ng Nasengrübchen,
nl Nervenleiste,
n.ophth Nervus ophthalmicus,
pr (*pw*) proximale Augenblasenwand (die Schicht des späteren Retinalpigmentes),
r Retina,
ra Ramus anastomoticus,
rb Musculus retractor bulbi,
rc Ramus ciliaris des ramus nasociliaris,
n.cil vom Ganglion ciliare abtretende Nervi ciliares,
re M. rectus externus,
rf Ramus frontalis,
rn Ramus nasalis,
rnc Ramus nasociliaris,
rs M. rectus superior,
vh Vorderhirn,
vo Vena ophthalmica,
x siehe den Text,
zh Zwischenhirn,
+ vorderer Neuroporus,
I N. olfactorius,
II N. opticus,
III N. oculomotorius,
VI N. abducens.

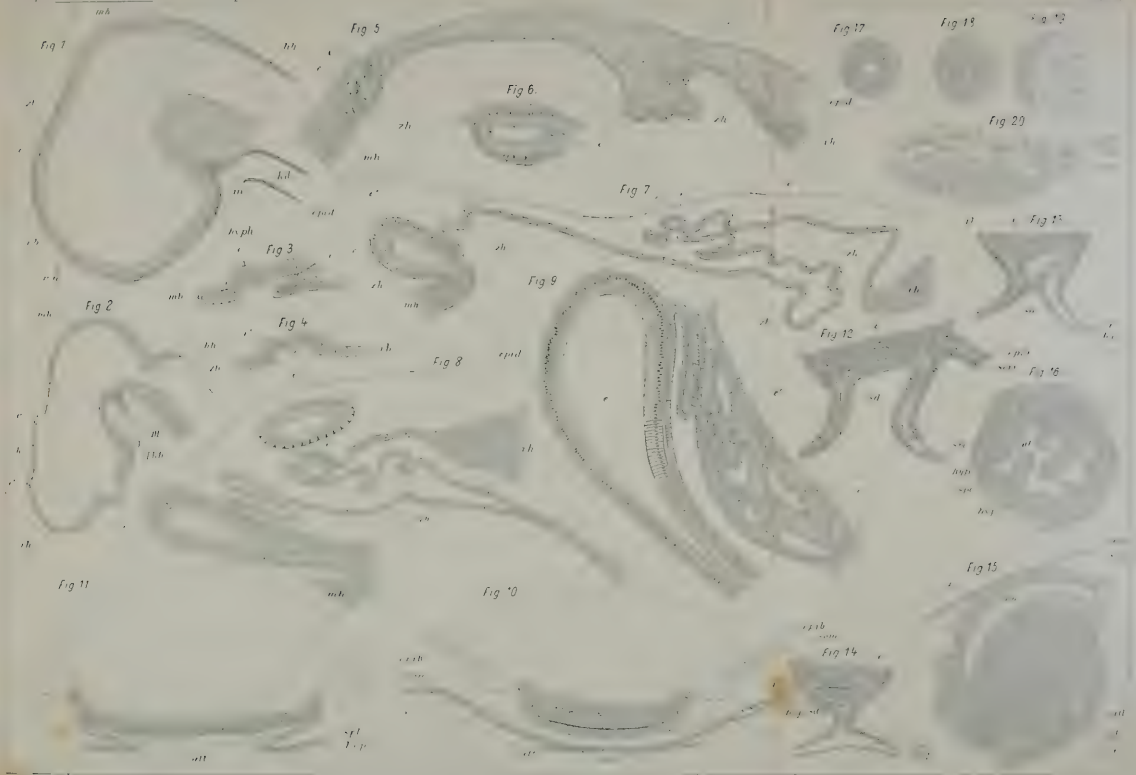
Fig. 1. Querschnitt durch den Kopftheil eines Embryo von Tropidonotus natrix mit 10—12 Somiten; indem jetzt aber schon eine Kopfkrümmung vorhanden ist, trifft der Schnitt den gekrümmten Theil horizontal. Vergr. 65/1.

Fig. 2 Theil dieses Querschnittes, um die Anlage der Nervenleiste zu verdeutlichen. Vergr. 160/1.

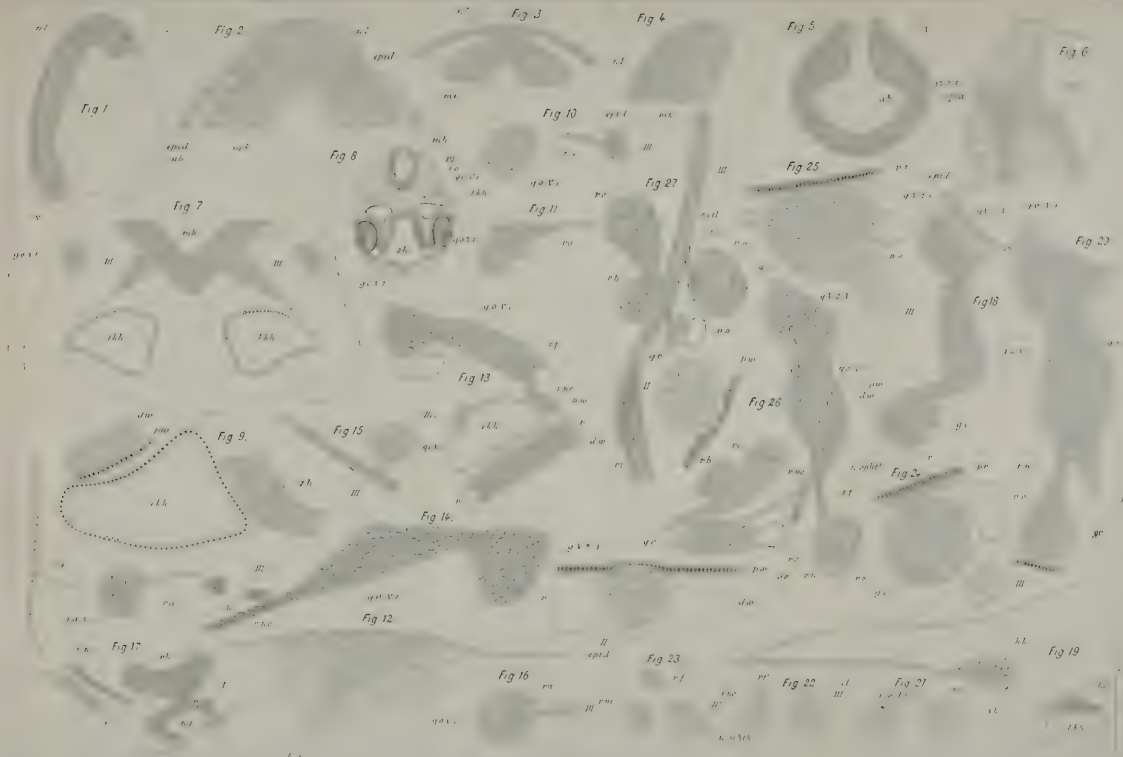
Fig. 3. Theil eines Querschnittes aus derselben Schnittserie, aber mehr nach hinten genommen. Vergr. 160/1.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig



Verlag v. Wilh Engelmann, Leipzig

Fig. 4. Theil eines Querschnittes aus derselben Schnittserie, aber ganz vorn genommen; er zeigt die Anlage der Nervenleiste, noch bevor das Medullarrohr sich hier geschlossen hat.

Fig. 5. Querschnitt durch den gekrümmten Theil eines Schlangenembryo aus einem etwas späteren Entwicklungsstadium. Vergr. 75/1.

Fig. 6. Querschnitt durch einen Embryo von Lacerta agilis, um die Anlage des Ganglion ophthalmicum zu verdeutlichen. Vergr. 100/1.

Fig. 7. Etwas schräg getroffener Querschnitt durch einen etwas älteren Embryo von Lacerta agilis, um die Anlage des Oculomotorius zu zeigen. Vergr. 100/1.

Fig. 8. Horizontaler Längsschnitt durch einen Embryo von Lacerta. Vergrößerung 30/1.

Fig. 9. Theil desselben Schnittes, bei starker Vergrößerung gesehen. Vergrößerung 160/1.

Fig. 10, 11. Zwei auf einander folgende Querschnitte durch einen Embryo von Lacerta, um den Ramus anastomoticus zwischen dem Oculomotorius und dem Ganglion ophthalmicum zu zeigen. Vergr. 280/1.

Fig. 12. Vom Ganglion ophthalmicum entspringender Hautast eines älteren Embryo von Tropidonotus. Sehr stark vergr.

Fig. 13. Vertikaler Längsschnitt durch einen Embryo von Lacerta. Vergrößerung 80/1.

Fig. 14. Vertikaler Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus. Vergr. 80/1.

Fig. 15. Horizontaler Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus. Vergr. 100/1.

Fig. 16. Querschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus. Vergr. 160/1.

Fig. 17. Vertikaler Längsschnitt durch einen Embryo von Tropidonotus. Vergr. 50/1.

Fig. 18, 19. Zwei vertikale Längsschnitte durch einen Embryo von Lacerta. Vergr. 100/1.

Fig. 20. Vertikaler Längsschnitt durch einen Embryo von Lacerta. Vergrößerung 125/1.

Fig. 21, 22, 23, 24, 25. Fünf Querschnitte durch einen Embryo von Lacerta. Vergr. 160/1.

Fig. 26, 27. Zwei vertikale Längsschnitte durch einen Embryo von Lacerta. Vergr. 95/1.

Haarspiralen und Haarspindeln.

Von

Prof. Dr. R. Bonnet
in München.

Mit Tafel XIII.

Gelegentlich der mikroskopischen Untersuchung von Schnitten durch die Haut eines im Herbsthaarwechsel — Mitte Oktober — stehenden Pferdes fanden sich an vielen jungen Haaren die in Folgendem geschilderten auffallenden Verbildungen.

Die zur Untersuchung verwendeten, der Kopf- und Bauchhaut entstammenden Präparate wurden in absolutem Alkohol gehärtet, mikrotomirt und in diversen Färbemitteln tingirt[1]. Der Herbsthaarwechsel schien in so fern schon vollendet, als sich in keinem Schnitte mehr ausfallende Haare — die bekannten an ihrem Wurzelende besenartig aufgefaserten Haarkolben Henle's — auffinden ließen. Die sämmtlich tiefbraun oder schwarz pigmentirten jungen normal gestalteten Haare überragten die Hautoberfläche schon in beträchtlicher Länge. Zwischen ihnen fanden sich vielfach ältere aber noch völlig festsitzende lebensfähige Haare mit zwiebelförmigem Bulbus. Der Herbsthaarwechsel ist demnach nur ein theilweiser, kein totaler.

Keineswegs selten, fast in jedem Schnitt, fanden sich nun zwischen den der Norm entsprechenden jungen und alten Haaren solche, die noch im Haarbalge geborgen an einer oder mehreren Stellen eigenthümlich spiralig verdreht waren. Diese Spiraltouren sind, wie

[1] Für die Anfertigung der nöthigen Schnitte bin ich meinem Assistenten, Herrn Martin, zu bestem Danke verpflichtet.

aus der beigegebenen Tafel ersichtlich, unregelmäßig angeordnet, entweder von rechts nach links oder in entgegengesetzter Richtung verlaufend, bald flach und eng, bald steiler und lockerer angeordnet. Vielfach findet man auch rückläufige Windungen derselben.

Die Lage der Spiralen findet sich fast regelmäßig in der Talgdrüsenregion, selten etwas über oder unter ihr. Ich habe 2—16 Spiraltouren an einem und demselben Haare zählen können. Die spiralig verdrehten Haare fallen stets durch ihre außerordentliche Zartheit auf (Fig. 1).

Neben diesen Spiralen findet man noch an vielen Haaren spindelförmige total aus Rindensubstanz bestehende Verdickungen, deren Zahl, Größe und Sitz mancherlei Schwankungen unterliegt. Entweder sitzen sie der Haarzwiebel so dicht auf, dass letztere im Vergleich zur Wurzel auffallend lang und dick erscheint, oder sie sind von derselben durch eine mehr oder weniger tiefe Ringfurche abgeschnürt (Fig. 6), oder sie befinden sich schon in einiger Entfernung von der Haarzwiebel (Fig. 2, 3, 4 u. 5). In solchen Fällen ist, wie ein Blick auf die angeführten Figuren zeigt, der proximal von den spindelförmigen Anschwellungen befindliche Theil der Wurzel stets auffallend dicker als der distal von ihnen gelegene. Letzterer ist fast regelmäßig wieder in der Talgdrüsenregion oder über derselben spiralig gedreht. Sind zwei oder, wie ich es in einem Falle sah, gar drei »Spindeln«, wie ich diese Verdickungen der Kürze halber benennen will, vorhanden, so sind nicht nur die zwischen ihnen gelegenen Partien stark verdünnt und verdreht sondern auch die noch außerordentlich zarte Spitze des Haares zeigt Spiralen, oder ist mehr oder weniger schlingenförmig verbogen.

Sämmtliche in der geschilderten Weise missbildeten Haare sind marklos.

Über der Hautoberfläche habe ich weder auf Schnitten noch bei aufmerksamer Untersuchung mit der Lupe irgend welche Spiralen, wohl aber mehrfach die dem Haarschafte in wechselnder Entfernung von der Balgmündung aufsitzenden Spindeln finden können. Über ihnen war stets die distale verdünnte Partie des Schaftes abgebrochen.

Das Vorkommen von Verbiegungen und spiraligen Verdrehungen an nicht aus dem Balge gebrochenen Haaren findet sich in der Litteratur schon mehrfach erwähnt. Am bekanntesten sind wohl die Verkrümmungen junger Haare bei 20—21 cm langen Schweinsembryonen. Bei denselben führt das Hervorsprießen der Haare über

die Haut bekanntlich zur Abhebung ganzer Epidermisfetzen, der sogenannten Epitrichialschicht (Eschricht[1], Simon[2], Reissner[3]), und zu einer ausgiebigen intra-uterinen Häutung. Sämmtliche Autoren weisen darauf hin, dass die im Balge nicht mehr Platz findenden jungen Haare die Epidermis zuerst etwas vorwölben, indem sie sich oft in der Weise (Simon) schlingenförmig unter derselben umbiegen, dass der absteigende Schenkel des Haares, etwa wie die Schnur einer Peitsche, mehrfach um den aufsteigenden Schenkel torquirt, noch im Haarbalge steckend gefunden werden kann. Beim weiteren Andringen der allmählich stärker werdenden Haare wird die der nachmaligen Hornschicht entsprechende Lage der Epidermis abgehoben und die Spitze des Haares allmählich aus dem Balge herausgezogen.

Auch beim Menschen waren spiralige Verdrehungen nach Simon[4] schon Leeuwenhoek bekannt. Später werden solche von mehreren Autoren (Eschricht, Weber) und jüngst von Waldeyer[5], wenn auch nur beiläufig, erwähnt. So sagt Eschricht[6]: »Bekannt ist die falsche Richtung eines Haares, wo es nicht durchbricht, sondern unter der Haut verborgen liegt und diese in eine kleine Erhöhung auftreibt. Diese krankhafte Bedingung habe ich an einzelnen in großen Strecken beobachtet, namentlich an beiden Beinen. Das Haar liegt hierbei immer gekräuselt unter der Oberhaut, so wie eine Schlange im Ei oder wie eine platte Haarlocke, also wie ein in derselben Fläche bleibendes Spiral. Aber diese Fläche steht wiederum nie senkrecht auf die Oberfläche, sondern liegt immer wagerecht unter der Oberhaut.«

In all den angeführten Fällen handelt es sich also um Hindernisse, welche dem durchbrechenden Haare den Weg verlegen und eine Retention desselben im Balge oder unter der Epidermis vorübergehend oder dauernd veranlassen, die mit einer Schlingen- oder Spiralbildung Hand in Hand geht. Sieht man zu, in wie weit Ähn-

[1] Müller's Archiv 1837. pag. 41.

[2] Müller's Archiv 1841. pag. 370.

[3] Reissner, Beiträge zur Kenntnis der Haare des Menschen und der Säugethiere 1854. pag. 118.

[4] a. a. O. pag. 370.

[5] Im Text (pag. 35) zu dem von Grimm in Offenburg herausgegebenen Atlas der menschlichen und thierischen Haare, so wie der haarähnlichen Fasergebilde. Lahr 1884.

[6] a. a. O. pag. 43.

liches für die Spiralbildung in dem mir vorliegenden Falle in Betracht kommen könnte, so muss zunächst die fast ausnahmslose Lage der Spiralen unter oder in der Talgdrüsenregion auffallen. Stets lässt eine genauere Untersuchung erkennen, dass die ersten Windungen unter der Talgdrüsenregion entstehen und erst allmählich in die Höhe gegen die Haarbalgmündung vorgerückt werden.

Nun findet sich bekanntlich in der genannten Region eine, die engste Stelle des Balges markirende, an Längsschnitten mehr oder minder auffällige Einschnürung, der Isthmus des Balges und der äußeren Wurzelscheide, deren physiologische Bedeutung für die Leistung der Haare als Fühlorgane sofort in die Augen springt, wenn man berücksichtigt, dass gerade an dieser engsten Stelle unter der Glashaut des Balges ein eigenthümlich angeordneter Nervenendapparat liegt, auf den jede Exkursion des über die Haut ragenden Haarschaftes nach Art eines biegsamen Hebels ihre Druckwirkung übertragen muss[1].

Außer diesem Isthmus weisen aber die an vielen Haarbälgen auffallenden Querrunzeln so wie eine nicht unbedeutende zu einer auffallenden Kompression der Zellkerne der äußeren Wurzelscheide führende Kontraktion im Dickendurchmesser der Haarscheiden darauf hin, dass die in ihnen gelegenen formbaren Elemente sich in allen Regionen unter nicht unbedeutendem Drucke befinden.

Hierfür kommen einmal die von Stirling[2] mittels der künstlichen Verdauungsmethode nachgewiesenen, die Haarbälge als korbartiges Geflecht umspinnenden Massen von elastischen Fasern in Betracht, welche sowohl in der Längs- als in der Querachse der Bälge kontrahirend und komprimirend wirken können, während ferner die in beiden Richtungen gegebene Druckwirkung noch durch die kontraktilen Faserzellen Kölliker's verstärkt wird. Ich halte die genannten, in der äußeren Balglage in longitudinaler, in der inneren in cirkulärer Richtung angeordneten Spindelzellen entgegen der Ansicht der meisten Autoren für glatte Muskelfasern und nicht für bindegewebige Elemente, und werde in dieser Anschauung bestärkt, da sie nach der von Norris und Shakespeare angegebenen Methode in Boraxkarmin und Indigkarmin tingirt und mit gesättigter Oxalsäurelösung nachbehandelt sich vielfach genau

[1] Bonnet, Studien zur Innervation der Haarbälge bei den Haussäugethieren. Morphol. Jahrb. Bd. IV. pag. 329.

[2] Berichte über die Verhandlungen d. Kgl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, math.-physik. Klasse. II. 1875. pag. 221.

so färben, wie die glatte Muskulatur der arrectores pilorum. Es ergiebt sich dann auch mit größter Klarheit eine besonders auffallende Entwicklung der Querfaserlage nicht nur im Gebiete des Isthmus in der Talgdrüsenregion, sondern auch am Grunde des Balges dicht über der Papillenspitze, welch letztere Stelle ich als »Grundisthmus« bezeichnen will (Fig. 6).

Diesen durch die kontrahirenden Wirkungen des elastischen Gewebes und der kontraktilen Faserzellen gesetzten Widerständen gegenüber hat man sich das junge in Körperwärme im Balge geborgene und aus noch nicht verhornten oder eben in Verhornung begriffenen und in Ernährungsflüssigkeit getränkten Zellen bestehende Haar als exquisit formbare Masse vorzustellen, eine Eigenschaft, die ja auch noch dem fertigen Haare wie allen Hornsubstanzen unter Einwirkung von Wärme und Feuchtigkeit in hohem Grade zukommt. Es ist bekannt, dass in lauem Seifenwasser erweichte Haare in allen möglichen Windungen um ein Hölzchen gewickelt die gegebenen Drehungen auch noch nach dem Trocknen beibehalten. Ähnliche Beispiele ließen sich im Hinblick auf die technische Verarbeitung von »Horn« noch leicht in Menge beibringen. Kann man ja doch den Hörnern lebender Thiere, so lange sie nicht völlig vom knöchernen Hornzapfen ausgefüllt sind, wie das schon Aristoteles und Plinius bekannt war[1], durch Erwärmen in jeder beliebigen Richtung biegen und sie nach dem Erkalten so weiter wachsen lassen. Es ist bekannt und ergiebt sich namentlich aus den dachziegelförmig in Spiralen sich deckenden Zellen der Haarcuticula, dass das Haar in spiraliger Drehung allmählich aus dem Balge hervorwächst. Stößt nun das junge dünne und biegsame Haar in irgend einer Region des Balges auf irgend welche Hindernisse, so muss es sich in Spiralen kräuseln. Bei dieser Kräuselung und Verbiegung des Haares kommt es an den verbogenen Stellen, wie man sich an fast jedem Schnitte leicht überzeugen kann, zu einer nicht unbedeutenden Abschilferung der inneren Wurzelscheide, deren Zellen normalerweise im Haartaschenhalse abblätternd jetzt schon in tiefer gelegenen Balgregionen sich ablösen und mitunter in ganz enormen Massen um die Spiralen angehäuft gefunden werden können. Sie bilden natürlich ein weiteres Hindernis für das Vordringen des weichen Haares, das zwischen ihnen in den seltsamsten Windungen sich hin und herdrehend und wendend oft an eine im Schutt sich durchwindende Pflanzenwurzel erinnert.

[1] Gessner, Historia animalium 1551.

Die Erklärung des Zustandekommens einer spiralig gekräuselten Strecke Fig. 1 macht somit keine Schwierigkeit. Sie ist zunächst bedingt durch den in Folge starker Kontraktion der Querfaserlage am Talgdrüsenisthmus gegebenen Widerstand, zu welchem sich die durch die Biegungen des Haares bedingte Anstauung von abgelösten Zellen der inneren Wurzelscheide als weiteres Hindernis für das durchbrechende Haar gesellt.

Schwieriger wird die Antwort auf die Frage nach den Gründen der wiederholten Spiral- und Spindelbildungen, namentlich für die Fälle, wo letztere mehrfach an einem Haare zu finden sind.

Ich bin bei der Durchmusterung meiner Präparate zu folgender Anschauung bezüglich der genannten Verbildungen gekommen.

Das feste normale Gefüge der die Spindeln aufbauenden Rindenzellen so wie die Unmöglichkeit des Nachweises von Mikroparasiten beweisen zur Genüge, dass es sich nicht um sekundäre pathologische Auftreibungen und Lockerungen wie etwa bei der allbekannten durch Pilze hervorgerufenen Trichorhexis nodosa, sondern nur um eine bisher meines Wissens noch nie beschriebene durch mechanische Verhältnisse bedingte primäre Bildungsanomalie handeln kann. Es lässt sich nachweisen, dass die Spindelbildung stets zuerst im Grunde des Balges als eine ursprünglich gar nicht oder nur undeutlich von der Haarzwiebel abgegrenzte Verdickung dadurch stattfindet, dass die weiche von dem der Papille aufsitzenden Keimlager producirte Haarmasse sich vor dem Grundisthmus anstaut, während sich durch letzteren nur die ganz feine wechselnd lange Spitze des Haares durchzuzwängen im Stande ist. Der nicht unbedeutende Druck, welchen die Muskelzellen und das elastische Gewebe an dieser Stelle auf den Balginhalt auszuüben vermögen, erhellt aus jedem Präparate eines ein ausfallendes Haar bergenden Balges, in welchem ihre Kontraktion den Balg hinter dem von der Papille abgehobenen Haarkolben energisch zusammenschnürt und damit das Vorrücken des alten Haares gegen die Haarbalgmündung bedingt. In unserem Falle wirkt derselbe Druck formend auf das junge Haar, insofern er eine Verjüngung der auf der Papille producirten Haarmasse und damit die drehrunde Fadenform des Haares mit verdickter Zwiebel bedingt. Ohne diese Druckwirkung müsste ja das ganze Haar einfach die Dicke der Haarzwiebel beibehalten. Mitunter schnüren die am Grundisthmus gelegenen Faserzellen die ganze angestaute Haarmasse — siehe Fig. 6 — ringförmig ein und bewirken dadurch eine unvollständige Abtrennung derselben von der Haarzwiebel. Wird nun durch die von der Zwie-

bei der zunehmende Produktion die Haarmasse allmählich stärker, so gewinnt der die Spindel mit der Zwiebel verbindende Theil an Dicke und Stärke und schiebt die Spindel mehr und mehr von der Zwiebel ab und im Haarbalg in die Höhe Fig. 2). Aber dieser noch weiche Zwischentheil kann aufs Neue dem Seitendruck des Balges unterliegen und hierdurch in seiner Dicke wieder nicht unwesentlich reducirt werden, während dabei seine Länge zunimmt. Ist dies der Fall, so reicht die durch seine Verdünnung reducirte vis a tergo nicht mehr aus, die vor irgend einem Hindernis, in der Regel dem Talgdrüsenisthmus, stecken bleibende Spindel weiter vorwärts zu schieben und es beginnt nun an dem verdünnten hinter der Spindel gelegenen und sich von der Zwiebel her verlängernden Theil der Haarwurzel die Spiralbildung (Fig. 4 und 5) aufs Neue. Eine inzwischen vor dem Grundisthmus sich wiederholende Anstauung von Haarmasse kann zu einer zweiten Spindelbildung führen, und nun repetirt sich der schon geschilderte Vorgang und wird Bildungen veranlassen, wie sie in Fig. 4 und 5 abgezeichnet sind. In seltenen Fällen hat der hinter der zweiten Spindel gelegene Theil der Haarwurzel dann noch nicht die nöthige Festigkeit erreicht, um dem Druck des Grundisthmus dauernd Widerstand leisten zu können. In solchen Fällen findet die Bildung einer weiteren Spirale und einer dritten Spindel statt. Mit zunehmender Produktion von Haarmasse scheint endlich das Haar die nöthige Rigidität und Stärke zu erreichen, es überwindet den Druck des Grundisthmus und die zuletzt gebildete Spindel wird allmählich wie ein Knauf alle Hindernisse glättend nach aufwärts geschoben. Die erstarkte Wurzel behält dann auch ihre definitive gleichmäßige Dicke bei. An der Hand dieser Deutung erklärt sich auch, warum die erste Spindel stets die kleinste, die letzte stets die größte ist. In der Größe der Spindel markirt sich eben die Intensität der Produktion von Haarmasse.

Wie gelangt nun aber der ganze verbildete Theil des Haares mit Spiralen und Spindeln schließlich aus dem Balge heraus? Dass derselbe faktisch nicht dauernd im Balge stecken bleibt, wird durch eine ganze Reihe von Übergangsbildern zum normalen Haar bewiesen. In den Präparaten finden sich viele Haare, die in völlig gerader Richtung den Haarbalg vom Grunde bis zum Halse durchsetzen, dort tragen sie dann aber eine mehr oder weniger entwickelte Spindel. Das Haar ist also stark genug geworden, um die Spindel, wie erwähnt, über alle Hindernisse vor sich her zu treiben, wobei letz-

tere Alles, was ihr in den Weg kommt. Spiralen, schon früher gebildete Spindeln und die Zellansammlungen der inneren Wurzelscheide, vor sich her aus dem Balge schiebt. Sobald nun aber das Haar die Hautoberfläche überragt, steht es unter veränderten Bedingungen. Durch Abkühlung und Feuchtigkeitsverdunstung macht die nun einwirkende Luft den Haarschaft um so mehr spröde und brüchig, als ein regelrechtes Einfetten der aufgekräuselten Masse seitens der Talgdrüsen nur in den wenigsten Fällen wird stattfinden können. Die Spiralen und Spindeln brechen desshalb über der untersten Spindel bald ab. Dies wird hinlänglich dadurch erhärtet, dass man, wie schon bemerkt, niemals die Haut überragende Spiralen, sondern höchstens dann und wann mit deutlich abgebrochener Spitze endende Spindeln findet. Es mögen ja wohl auch einzelne Theile bis zu ihrer Entfernung längere oder kürzere Zeit noch neben dem allmählich erstarkenden Haare im Balge liegen bleiben, wie dies namentlich aus einzelnen abgebrochenen Spindeln erhellt, die ich in der Region des Haarbalghalses oder in seiner Mündung mehrfach neben dem zugehörigen Haare liegen finde, schließlich wird aber alles anormal Gebildete durch das Wachsthum des Haares aus dem Balge entfernt, denn nirgends finde ich mehr Spuren davon neben herangewachseneren Haaren.

Wir haben also zur Erklärung des Zustandekommens der geschilderten seltsamen Verbildungen in Rechnung zu ziehen:

1) Den Druck des elastischen und kontraktilen Haarbalges, namentlich am Talgdrüsen- und Grundisthmus,

2 die Biegsamkeit und Formbarkeit des jungen Haares und

3 die allmählich zunehmende Produktion von Haarsubstanz, welche die allmähliche Entfernung der missbildeten Massen und die Rückkehr zur Norm veranlasst.

Eine andere Deutung, welche die Spindelbildung etwa auf schubweise stärkere Produktion von Haarmasse nicht auf mechanische Stauung des gleichmäßig producirten formbaren Materiales zurückführen und etwa in Parallele mit den an anderen Horngebilden unter pathologischen und physiologischen Verhältnissen auftretenden Verdickungen respektive Verdünnungen setzen wollte, halte ich für ungerechtfertigt. Man könnte ja hier zunächst an die ringförmigen Einschnürungen und Verdickungen, wie sie als Ausdruck von Schwankungen in der Ernährung am Kuhhorne Jedermann bekannt sind, so wie an die Reliefmodellirung an vielen Hohlhörnern namentlich der Schafrassen denken. Eine genauere Verfolgung der Frage lehrt

aber, dass es sich bei diesen Bildungen nicht um Dickenschwankungen an den den Haaren homologen Hornsäulchen oder Hornröhrchen sondern um Schwankungen in der Produktion des sie verbindenden, der äußeren Wurzelscheide homologen, Zwischenhornes handelt. Auch hätte diese Deutung für die Genese der Spindeln erst recht wieder auf mechanische Verhältnisse zu rekurriren.

München, 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIII.

Die Figuren sind sämmtlich mit der Oberhäuser'schen Camera lucida von mir selbst und zwar Fig. 1, 2 und 3 bei 50facher, Fig. 4, 5 und 6 bei 210facher Vergrößerung gezeichnet.

HB Haarbalg,	*KD* Knäueldrüsen,
Pa Papille,	*AM* Musculus arrector,
AW äußere Wurzelscheide,	*Sp* Spiralen,
IW innere Wurzelscheide,	*Spi* Spindel,
TD Talgdrüsen,	*CF* kontraktile Faserzellen.

Fig. 1. Sehr zartes Haar mit Spirale von der Bauchhaut des Pferdes.

Fig. 2. Haar mit Spirale und Spindel aus der Kopfhaut des Pferdes.

Fig. 3. Haar aus dem Balge brechend mit drei Spiralen und drei Spindeln. Die letzte, unterste, Spindel ist beträchtlicher von der Papille abgehoben als in Fig. 2. Aus der Bauchhaut des Pferdes.

Fig. 4. Haar mit einer Spirale und zwei Spindeln aus der Kopfhaut des Pferdes. Die Spitze der obersten Spindel ist umgebogen. Um die Spirale reichliche Abschilferung der Zellen der inneren Wurzelscheide. Die unterste Spindel ist noch mehr von der Papille abgehoben als in den vorhergehenden Figuren, die unter ihr gelegene Haarwurzelpartie ist erstarkt.

Fig. 5. Haar mit verbogener Spirale und zwei Spindeln. Die missbildete Partie passirt eben die Talgdrüsenregion. Die unterste Spindel ist noch weiter von der Papille entfernt als in Fig. 4. Bauchhaut.

Fig. 6. Grund des Haarbalges mit der stark entwickelten cirkulären Lage kontraktiler Faserzellen des Grundisthmus, durch welchen die dicht über der Papille gebildete Spindel von der Haarzwiebel abgeschnürt wird. Die Spitze des noch im Balge steckenden Haares ist etwa so weit von der Zwiebel entfernt, wie die ganze Figur lang ist. Kopfhaut.

[1] Die in Fig. 4 und 5 zwischen den beiden Spindeln in den Windungen der Spirale gezeichneten Striche sollen abgeschilferte Zellen der inneren Wurzelscheide markiren. Das natürliche Aussehen war in der Zeichnung nicht mit der nöthigen Klarheit wiederzugeben.

Wilh Engelmann

Bemerkungen zu der Schrift des Herrn Arnold Brass „Die Organisation der thierischen Zelle“ (I. und II. Theil).

Von

O. Bütschli.

Es ist eine seltsame und nicht sehr erfreuliche Erscheinung, welche bei der Verfolgung der Geschichte der Wissenschaften oftmals zu verzeichnen ist, dass die mühsam, Schritt für Schritt erzielten Resultate auf einem oder dem anderen Gebiete plötzlich wieder in Frage zu stellen versucht werden. An und für sich wäre das nicht besonders bedauerlich, wenn sich die Reaktion auf den Autor beschränkte, aber wenn derselbe seine abweichenden, paradoxen Ansichten und Behauptungen nur mit der nöthigen Kühnheit und Überzeugungstreue, unter Zuhilfenahme eines ansehnlichen wissenschaftlichen Apparates, der neuesten Methoden und der besten Instrumente vorträgt, so wird er sicher sein, ein gewisses Publikum um sich zu versammeln, welches seinen Offenbarungen um so andächtiger lauscht, je weniger es durch eigenes Urtheil befähigt ist, über das Vorgetragene eine begründete Ansicht zu haben. Es ist denn auch gewöhnlich zu bemerken, dass die Autoren solcher neuen, weltbewegenden Entdeckungen und Lehren uns nicht genug versichern können, mit welchem Grad von Genauigkeit und Objektivität sie an die Untersuchung ihres Gegenstandes herangetreten sind, ja dass sie sich zuweilen im Stande der reinen Unschuld, d. h. in absichtlicher Unkenntnis alles Dessen, was ihre Vorgänger mühsam, im Laufe vieler Jahrzehnte gearbeitet und zu Tage gefördert haben, der Sache näherten, in der naiv irrigen Meinung, damit eine möglichst große Garantie für die Objektivität ihrer Forschungen zu bieten.

Dass sie sich dabei in tiefem Irrthum befinden, wird jedem Unbefangenen eine kleine Überlegung zeigen: denn nicht eine objektive, sondern eine möglichst subjektiv gefärbte Darstellung ist das Ergebnis einer solchen Forschungsweise, welche die Resultate der Vorgänger einfach ignorirt. Der betreffende Forscher wird eben nichts weiter bieten können, wie seine ganz persönliche Auffassung der Sache. Wollte Jemand, der sich einer solchen Forschungsweise rühmt, wirklich konsequent sein, so müsste er bei Adam wieder anfangen und das Komische seines Verfahrens würde sich schnell von selbst ergeben. Anders wird Derjenige vorgehen, welcher die ernstliche Absicht hegt, den Gegenstand weiter zu fördern. Er wird sich mit den Arbeiten seiner Vorgänger möglichst vertraut machen, wird dieselben mit kritischem Geiste in sich aufnehmen, um zu sehen, was daran fest begründet erscheint und was gerechte Zweifel erweckt; wird mit derselben Umsicht die Methodik seiner Gegner betrachten und danach die von ihm einzuschlagende wählen. Wenn er dann an die Arbeit geht, so wird er die Resultate der Vorgänger beständig vor Augen haben und fort und fort an dem vorliegenden Material prüfen: sie werden ihm gegen zu rasch gefasste, subjektive Ansichten dauernd Einwände abgeben und er wird sich nicht damit begnügen, von denen seiner Vorgänger abweichende Ansichten aufzustellen, sondern sich die Aufgabe setzen, zu erklären, wodurch die früheren Forscher zu ihrer Auffassung des Gegenstandes gelangen konnten.

Obige Bemerkungen beziehen sich zum größten Theil auch auf die Schrift, welcher ich in den nachfolgenden Zeilen einige Worte zu widmen gezwungen bin — dadurch gezwungen, dass ich schon an manchen Orten die seltsamen Resultate, zu welchen Brass geführt wurde, mit Zeichen der Anerkennung citirt gefunden habe und auch mehrfach persönlich wegen meiner Ansichten über dieselben interpellirt wurde.

Ich will mich hier nicht damit beschäftigen, eine Kritik der von Brass vertretenen Theorie von der Organisation der thierischen Zelle zu liefern, sondern nur einige der Beobachtungsergebnisse kritisch beleuchten, auf welche sich seine Anschauungen zum Theil basiren. Dass ich mir die Angaben unseres Autors über die Infusorien zu diesem Zweck speciell auswähle, wird keiner besonderen Erläuterung bedürfen.

Verfasser hat also auch Untersuchungen über den Bau der ciliaten Infusorien angestellt und zieht aus denselben für die Begründung

seiner Theorie von dem Aufbau der Zelle aus koncentrisch in einander geschachtelten Schichten funktionell verschiedenen Plasmas eine Reihe von Schlüssen. Gerade die Erfahrungen an den Infusorien scheinen ihm für die Begründung seiner Hypothesen besonders wichtig. Es dürfte daher gerechtfertigt sein, diese Beobachtungen etwas genauer anzusehen, vielleicht können wir dann die Kritik der auf sie gegründeten Hypothesen unterlassen.

Es ist schon oft betont worden, dass es eine Pflicht jedes Forschers ist, die Objekte, an welchen er seine Untersuchungen anstellt, so weit es ihm irgend möglich ist, genau zu bestimmen, damit spätere Untersucher in der Lage sind, die Ergebnisse an dem gleichen Objekt zu prüfen und nicht beständig der Einwand, oder gar die Ausrede, erhoben werden kann, dass die Nichtübereinstimmung in den Beobachtungen einer Verschiedenheit der Objekte zugeschrieben werden müsse. Natürlich giebt es Fälle, wo mit dem besten Willen eine scharfe Bestimmung nicht zu erreichen ist, sei es wegen augenblicklichen Mangels der Litteratur oder wegen der Schwierigkeit des Falles, bei zufälliger Beobachtung eines interessanten und wichtigen Phänomens.

Wer jedoch wie Brass, auf Grund eigener Untersuchungen, eine allgemeine Darstellung der Infusorienorganisation zu geben beabsichtigt, dem dürfte doch auch die Pflicht obliegen, die Arten, an welchen er gearbeitet hat, genau festzustellen, oder zum mindesten gute und hinreichend genaue Abbildungen derselben zu geben, damit Andere das Bestimmungsgeschäft vorzunehmen im Stande sind. Beides aber vermissen wir bei unserem Autor völlig. Die Infusorien, welche Brass nach seinen Angaben untersuchte, sind erstens: eine Form von Helgoland, von der es im Text heißt »es dürfte ungefähr den von Ehrenberg als Leucophrys bezeichneten Formen entsprechen«. Die Abbildung zeigt ein wahrscheinlich holotriches Infusionsthier, dessen genauere Bestimmung wohl immer zweifelhaft bleiben wird, da weder von Schlund und Mund, noch kontraktiler Vacuole etc. auf der Figur etwas zu sehen ist. Dazu kommt ferner, dass die Gattung Leucophrys bei Ehrenberg ganz heterogene Elemente umschließt, wie schon Claparède und Lachmann, sowie Stein gezeigt haben. Zweitens hat Verfasser zahlreiche Untersuchungen an einer Form angestellt, »welche zur Familie der Nassulinen gehört und verhältnismäßig leicht zugänglich ist«. Eine Familie der Nassulinen wurde nun seiner Zeit von Stein aufgestellt Zeitschrift »Lotos«. Bd. IX.

pag. 57. Prag 1859, später jedoch wieder eingezogen und umfasste diejenigen Formen der holotrichen Infusorien, welche sich nach Lage und Beschaffenheit des Mundes und Schlundes der Gattung Nassula näher anschlossen. Betrachten wir uns nun die Abbildungen des von Brass untersuchten Infusors, so mangelhaft dieselben auch sind, so ergiebt sich Jedem, welcher Nassula und ihre Verwandten auch nur flüchtig kennt, dass die betreffende Form keine näheren Beziehungen zu dieser Gattung und den mit ähnlicher Schlundausbildung versehenen Formen hat. Dass sie ein holotriches Infusor ist, ist klar; mit absoluter Bestimmtheit zu sagen, welche Form derselben, dürfte etwas schwerer sein. Wenn wir jedoch die allgemeine Gestalt, die Lage des glücklicherweise angedeuteten Mundes und Schlundes, die Beschaffenheit des letzteren, so wie die Lage und den Bau des Kernes ins Auge fassen und weiter berücksichtigen, dass der Verfasser bemerkt, es sei diese Form »verhältnismäßig leicht zugänglich«, also ein gemeines Infusor, so folgt hieraus mit einem sehr hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, dass das untersuchte Infusor nichts Anderes war, als das überall gemeine Paramaecium Aurelia. Ich halte diese Deutung für durchaus berechtigt, so lange Brass nicht den genauen Nachweis führt, dass das untersuchte Wesen eine andere Infusorienart war. Wir werden weiter unten sehen, dass sich aus dieser Aufklärung über die Natur der sog. Nassuline auch Nassula, wie es auf den Figurenerklärungen z. Th. heißt, noch verhängnisvolle Folgen bezüglich gewisser Deutungen des Verfassers ergeben werden.

Im Ferneren ist die Rede von einer Opaline und einem Balantidium, ohne irgend eine Angabe, welcher Art dieselben waren, oder wenigstens, welchem Wirth sie entnommen wurden.

Auch an einer Stylonychia sp. will Verf. Untersuchungen angestellt haben und giebt auch eine Abbildung derselben, aus welcher jeder einigermaßen mit dieser Gattung Vertraute ersehen dürfte, dass das untersuchte Wesen sicher nicht zu Stylonychia gehörte, vielleicht nicht einmal ein hypotriches Infusionsthier war. Auf der Abbildung ist keine Spur der Bewimperung, des Mundes und der Vacuole zu sehen. Im Centrum des ovalen Wesens findet sich ein einfacher ovaler Kern, Beweis genug, dass es sich nicht um eine Stylonychia handelte, deren Kern bekanntlich in zwei Portionen gesondert ist, die nur durch einen feinen Faden verbunden sind.

Man könnte allenfalls zu Gunsten der Deutung des Verfassers noch die Annahme machen, dass er zufälligerweise gerade eine in

Theilung begriffene, oder aus der Konjugation hervorgegangene Stylonychia vor sich hatte, in welchen Fällen der Kern einfach sein kann, doch bleibt es Sache von Brass, seine unwahrscheinliche Deutung zu begründen. Endlich ist von einer Vorticella die Rede und die Taf. V giebt von derselben eine Darstellung des Hinterendes und zwei des Peristoms im optischen Durchschnitt. Daraus lässt sich nicht entnehmen, welche Vorticella zur Beobachtung vorlag und ich kann zu meinem aufrichtigen Bedauern nur bemerken, dass ich selten so mangelhafte Abbildungen der betreffenden Verhältnisse gesehen habe.

Der Verfasser scheint gewissermaßen gefühlt zu haben, dass es wohl am Platze gewesen wäre, die untersuchten Infusorien etwas genauer zu präcisiren. Er bemüht sich nämlich darzulegen, dass die Infusorien eine beträchtliche Variabilität ihrer Charaktere aufwiesen, wesshalb die Artbestimmung sehr schwierig werde. »Mit Sicherheit könne man vielleicht Ordnungen und Familien innerhalb der Protozoensystematik unterscheiden, weiter dürfe man jedoch nicht gehen ohne äußerste Vorsicht anzuwenden und ohne sich durch Kulturversuche davon überzeugt zu haben, dass man ganz bestimmte, wohl charakterisirte Arten vor sich habe.«

Ich darf mich wohl auf das Urtheil aller einigermaßen erfahrenen Infusorienforscher berufen, wenn ich behaupte, dass der citirte Ausspruch von Brass für die ciliaten Infusorien keine Geltung hat, dass diese im Gegentheil durch die Konstanz ihrer Charaktere auffallen, wesshalb auch nur in seltenen Fällen die Bestimmung der Art mehr Schwierigkeiten bereitet, als in den meisten Abtheilungen der Metazoen. Wie mir erfahrene Infusorienbeobachter wohl zugeben werden, macht es in vielen Fällen nicht einmal Schwierigkeit, schon mit Hilfe einer einfachen Lupe die Species mit Sicherheit anzugeben. Ich will nicht leugnen, dass bei anderen Abtheilungen der Protozoen die Schwierigkeiten der Art sein können, wie sie Brass schildert; dennoch wird man in den meisten Fällen die Gattungen ohne erhebliche Zweifel zu bestimmen vermögen. Natürlich streitet man sich auch bei den Protozoen um Art- und Gattungsunterschiede und vergeudet damit, wie auf anderen Gebieten der systematischen Zoologie, viel kostbare Zeit. Aber selbst auf einem Feld der Protozoenkunde, wo die Artbestimmung so große Schwierigkeiten bereitet, wie dem der Amöben, kann ich ein Verfahren, wie es Brass einzuschlagen beliebt hat,

nicht für gerechtfertigt halten. Nachdem er eine specielle Amöbe jahrelang studirt hat, »wagt er es nicht, sie wegen ihres leichten Rassenbildungsvermögens mit einem der gebräuchlichen Namen zu bezeichnen, sondern überlässt die Artbestimmung einem Jeden selbst: hoffentlich falle dies auch Niemand schwer, da die Abbildungen nach Bildern, wie sie ein System für homogene Immersion liefert, vermittels des Zeichenapparates entworfen seien«.

Indem ich die Güte und Vollständigkeit einer mikroskopischen Zeichnung unmöglich allein von der Anwendung homogener Immersionslinsen und des Zeichenapparates, sondern hauptsächlich von Beobachtungsgabe und Zeichenkunst des Autors abhängig glaube, muss ich auch bezüglich dieser Amöbe, welche übrigens auf den Tafelerklärungen zuweilen als Amoeba princeps bezeichnet wird, bemerken, dass ich es für eine Pflicht des Autors gehalten hätte, dieselbe persönlich zu bestimmen, wozu er doch durch ein mehrjähriges Studium derselben besser befähigt gewesen wäre, als der Leser auf Grund einiger Abbildungen. Ich verlange durchaus nicht, dass er sich für einen der gebräuchlichen Namen entschieden oder die beschriebenen Amöbenarten anerkannt hätte, aber er hätte darzulegen gehabt, welcher oder welchen derselben die untersuchte Form am nächsten kommt. Ich bezweifle auch sehr, ob die von Brass untersuchte Amöbe zu der sog. Amoeba princeps zu rechnen ist.

Betrachten wir uns nun die Beobachtungen unseres Autors an den Ciliaten etwas näher, indem wir im Allgemeinen dem Gang seiner Darstellung folgen.

Da begegnet uns denn zunächst die Behauptung, dass der Infusorienkörper niemals ganz starr, sondern stets mehr oder weniger befähigt sei »seine Gestalt zu ändern, sich biegen und dehnen zu können«. Besondere Beweise für diese Behauptung fehlen und jeder Infusorienforscher weiß, dass es zahlreiche Formen giebt, welche sich weder biegen noch dehnen, noch ihre Gestalt ändern, überhaupt den Eindruck des Starren machen, indem sie nur durch starken Druck oder heftige mechanische Insulte zerquetscht oder zerfetzt werden können.

Der Kern ist es nun, welchem unser Autor seine besondere Aufmerksamkeit zunächst zuwendet. Er macht, wie er sagt, nicht den »üblichen« Unterschied zwischen Haupt- und Nebenkern (sog. Nucleus und Nucleolus der früheren Infusorienforscher); warum, ver-

räth er nicht, wahrscheinlich aber wohl desshalb, weil er die Nebenkerne nicht gesehen oder nicht erkannt hat, was für seine Deutungen recht verhängnisvoll wurde, wie wir gleich sehen werden. Damit stimmt denn auch die nachfolgend citirte Bemerkung auf pag. 101: »Von jenen Körpern, welche trotz den Untersuchungen Bütschli's von Einigen auch heute noch als geschlechtlich differente Schwärmer oder gar als Spermatozoen bezeichnet werden, vermag ich leider nach all' meinen zahlreichen Beobachtungen nichts zu berichten.« Diese Körper gehen aber bekanntlich eben aus den Nebenkernen hervor und da Brass sie nie sah, so wird wohl das Gleiche auch von den Nebenkernen gelten. Beiläufig erlaube ich mir zu bemerken, dass meines Wissens Niemand diese Körper als geschlechtlich differente Schwärmer bezeichnet hat.

Was also Brass als Kern beschreibt, ist, wie auch die Abbildungen zeigen, stets nur der Hauptkern. Er erkennt ihn als dem Nucleus der übrigen Zellen entsprechend, vorzüglich auch desshalb, weil er bei der Theilung eine Hauptrolle spielt, namentlich die ersten Veränderungen bei derselben aufweise.

Es ist seltsam, wie sich diese ganz unerwiesene Behauptung stets erhält und von den verschiedensten Seiten wiederholt wird. Ich brauche kaum anzuführen, dass wir bei Brass den Beweis für diese Behauptung gänzlich vermissen. Es ist vielmehr aus den Untersuchungen verschiedener Beobachter bekannt, dass man auf die Theilung hinzielende Vorbereitungen namentlich an der Cilienbekleidung des Infusorienkörpers beobachten kann, lange bevor es gelingt, eine Veränderung am Kerne wahrzunehmen. Ich will Niemand das Recht streitig machen, aus theoretischen Gründen anzunehmen, dass vielleicht doch Veränderungen am Kern vorhergegangen seien welche uns nur nicht sichtbar würden oder die zu sehen noch nicht gelungen sei. Ich bitte dann aber nicht vergessen zu wollen, dass dies eben eine Annahme ist. Mit der einfachen Behauptung aber, dass der Kern das bei der Theilung sich zuerst Verändernde sei, ist nichts weiter wie eine Unrichtigkeit ausgesprochen.

Manchmal ist unser Autor auch über die gewöhnlichen Kerne gewisser Infusorien nicht ins Reine gekommen: so spricht er auf pag. 86 die Vermuthung aus, dass die zahlreichen peripherisch gelegenen Kerne der Opalina vielleicht nichts Anderes seien, als »kontraktiles Plasma«. Dem gegenüber lässt sich eben nur betonen, dass es schwer ist, mit Jemand zu diskutiren, welcher die

Natur solch offenbarer und leicht nachweisbarer Kerne, über deren Bedeutung bis jetzt Niemand unsicher war, bezweifelt.

Während nun unser Verfasser dem Kern der Infusorien, wie aus den oben gemachten Bemerkungen hervorgeht, eine wichtige Bedeutung bei der Fortpflanzung zuschreibt, kommt er doch einige Seiten später zu dem Schluss: »dass der sog. Nucleus der Infusorien in vielen Fällen nichts weiter darstellt, als ein Reservematerial, welches sich bei der Theilung der Infusorien durch Theilung in den einzelnen neu gebildeten Individuen vertheilte«. Unter Reservematerial ist, wie aus den sonstigen Bemerkungen erhellt, aufgespeichertes Nahrungsmaterial zu verstehen, welches sowohl zu dem Unterhalt der Funktionen des Plasmas wie denen des Nucleus verbraucht werden könne. Nach der Vorstellung von Brass ist eben die von den neueren Forschern als Chromatin bezeichnete Substanz des Nucleus ein solches Nahrungsmaterial, welches aus der aufgenommenen Nahrung bereitet und in dem Kern deponirt wird. Sehen wir uns nun die Beobachtungen etwas genauer an, auf welche speciell für die Infusorien diese Anschauung aufgebaut wird.

Einmal will Brass beobachtet haben, dass bei dem zu den Nassulinen gehörigen, schon oben erwähnten Infusor in Chromatin umgewandelte Nahrung aus dem Plasma in den Kern direkt aufgenommen werde. Wir wissen schon von früher, dass die angebliche Nassuline mit aller Wahrscheinlichkeit als Paramaecium Aurelia zu betrachten ist. Verfasser bildet denn auch auf einer ganzen Anzahl von Figuren ab, wie ein rundlicher, färbbarer und ziemlich dunkel erscheinender Körper, dessen Substanz nach seiner Auffassung der des Nucleus gleich ist, dem letzteren dicht anliegt, häufig wie in einer Einsenkung in dessen Oberfläche ruht und schließlich nach der Ansicht von Brass von der Nucleussubstanz ganz umschlossen und in dieselbe aufgenommen wird. Es sei dieser Körper eben solches Chromatin, das aus der Nahrung hervorgegangen und in den Nucleus direkt aufgenommen würde.

Wer sich nun mit dem Studium von Paramaecium Aurelia einigermaßen beschäftigt hat, wird nicht lange im Zweifel sein können, was unser Verfasser eigentlich gesehen hat und wird denn auch mit mir übereinstimmen, wenn ich die Deutung, welche Brass seinen Beobachtungen giebt, für unzutreffend halte. Der von Brass beschriebene Körper ist nämlich nichts weniger, als aus der Nahrung hervorgegangenes Chromatin, sondern der schon so lange bekannte

Nucleolus oder Nebenkern unseres Infusors, welcher bekanntlich gewöhnlich der Oberfläche des Nucleus in der von Brass geschilderten und abgebildeten Weise mehr oder weniger eingesenkt ist. Von einer Aufnahme desselben in die Nucleussubstanz ist natürlich keine Rede. Auf einer seiner Figuren bildet Brass neben dem Nucleus und Nucleolus noch einige dem letzteren ähnliche Körper in dem Umkreis des Nucleus ab. Was diese sind, vermag ich nicht mit Sicherheit zu sagen. Es wäre möglich, dass es sich hier um ein aus der Konjugation hervorgegangenes Individuum gehandelt hätte, bei welchem neben dem Kern noch einige Bruchstücke des alten Nucleus vorhanden waren, doch ist dies, wie gesagt, nicht sicher zu ermitteln: es können wohl auch irgend welche anderen Einschlüsse gewesen sein, und dies um so eher, als sich Verfasser nicht näher über diesen Specialfall ausspricht.

Nachdem ich so meiner Überzeugung Ausdruck verliehen habe, dass der angebliche Nachweis der Aufnahme fester Chromatinsubstanz in den Kern keine Richtigkeit hat, habe ich noch ein Wort über die Ablagerung von Chromatin in der Kernmasse, welches dieser in gelöster Form aus der Nahrung zugeführt worden sein soll, zu bemerken.

Verfasser will nämlich beobachtet haben, dass sich bei Fütterung von Infusorien mit »fein zerriebener heller organischer Substanz« große Mengen von Chromatin als Körnchen in dem Kern abscheiden. Nach der einzigen Abbildung, welche dieses Verhalten illustriren soll, scheint er diese Beobachtungen hauptsächlich an dem oben erwähnten Infusor von Helgoland gemacht zu haben. Ich habe gegen diese Beobachtung an und für sich nichts einzuwenden, obgleich sich mir aus meinen Erfahrungen kein Anhalt dafür ergiebt, dass der Kern eines Infusors unter dem Einflusse der Ernährung oder des Hungerns derartige Veränderungen zeige. Anders gestaltet sich aber die Sachlage, wenn Verfasser im weiteren Verlaufe der Darstellung dieser Beobachtungen erzählt, dass das Plasma des Kernes nun in energische Bewegung gerathe, was sich darin offenbare, dass die erwähnten Chromatinkörnchen in dem Kern tanzende Bewegung ausführten; dann sollen schließlich faden- und netzartige Figuren aus den Körnern des Kernes hervorgehen. Die Angabe von tanzenden Bewegungen der Körnchen in den Hauptkernen der Infusorien, macht mir nun, wie ich gestehen muss, die ganze Beobachtung recht verdächtig, denn weder mir, noch irgend einem der übrigen Beobachter der Infusorienkerne ist jemals etwas von Bewegungen solcher

Art in den Kernen begegnet, welche doch nach der Darstellung des Verfassers eine häufige Erscheinung sein müssten. Wenn mir daher auch die Mittel abgehen, der Beobachtung von Brass, so wie sie geschildert ist, eine bestimmte anderweitige Erklärung zu geben, so muss ich doch die von jenem Autor beliebte Deutung stark bezweifeln und vermuthen, dass entweder anormale Kerne beobachtet wurden oder gar Verwechselungen zwischen Kernen und anderweitigen Einschlüssen unterliefen.

Die Vorstellungen, welche sich Brass über den koncentrischen Aufbau der Zelle aus verschiedenen Plasmasorten gebildet hat, führten ihn zu der Auffassung, dass der Kern zunächst von einer Schicht sog. »Ernährungsplasmas« umgeben sei welchem speciell die Aufgabe der Assimilation zukomme. Was zur Begründung dieser Anschauung bei Rhizopoden und Infusorien angeführt wird, scheint mir nun durchaus hinfällig.

Bei den Amöben ist es nichts weiter wie der, nach der Anschauung aller Beobachter, mit Ausnahme von Brass, von einer hellen, wahrscheinlich flüssigeren Masse (Kernsaft) erfüllte äußere Theil des Kernes, welchen der Verfasser für solches Ernährungsplasma ausgiebt.

Brass konnte zu einer solchen Deutung nur kommen, indem er sowohl den Kernen der Amöben, wie den Nuclei überhaupt, eine umhüllende Membran bestimmt abspricht. Nach meinen Erfahrungen halte ich diese Ansicht jedoch für unbegründet. Es ist durchaus nicht schwer, sich an den isolirten Kernen großer Amöben von der Gegenwart einer Kernmembran zu überzeugen. Selbst an den Kernen der Gregarina polymorpha konnte sich Brass nicht von der Existenz einer Kernmembran überzeugen, obgleich die Gregarinen zu denjenigen Objekten gehören, welche auch dem Ungläubigsten leicht das Vorhandensein der schönst ausgebildetsten Kernmembran zeigen können. Er bemerkt zwar, dass der Kern dieser Gregarine sich als »großes, scheinbar von einer festen Membran umgebenes Plasma darstelle«, verschweigt uns leider aber, warum diese Membran nur eine scheinbare sei.

Was nun das sog. Ernährungsplasma (auch Nährplasma genannt) der Infusorien angeht, so finde ich in der Darstellung von Brass gewisse nicht wohl aufzuklärende Widersprüche; pag. 88—91 spricht er von demselben als einer allgemeinen Erscheinung bei den Infusorien und auf pag. 92 hebt er hervor, dass der »Nährplasmahof um den sog. Kern der Infusorien in vielen Fällen

fehle, wesshalb er bezweifle, ob das kernartige Gebilde wirklich ein Kern sei«.

Wo nun der helle Nährplasmahof um den Kern näher dargestellt wird, wie bei Paramaecium Aurelia und dem Infusor von Helgoland, scheint mir nicht zweifelhaft zu sein, was derselbe eigentlich ist. Die Abbildungen beziehen sich auf Exemplare, welche mit Reagentien, die Plasma zur Gerinnung bringen, behandelt wurden. Es ist nun eine bekannte Erscheinung, dass unter diesen Verhältnissen ein heller Hof um den Kern erscheint, der aber weiter nichts ist, wie ein mit Flüssigkeit erfüllter Raum, welcher in Folge der Gerinnung entsteht. Bei der Gerinnung findet natürlich eine Zusammenziehung und Verdichtung statt, wobei sich der Kern als solcher und eben so das Plasma als solches in ihrer Masse zusammenziehen. Der Kern zieht sich nach seinem Mittelpunkt zusammen, das Plasma von innen und außen nach einer zwischen Kernoberfläche und äußerer Oberfläche gelegenen mittleren Ebene. Die Folge dieser Erscheinung ist natürlich ein Auseinanderweichen der Grenzschichten des Kernes und des Plasmas, in derselben Weise wie ein austrocknender Samen von seiner Samenhülle zurückweicht. Es ist denn auch charakteristisch, wie sich Brass auf pag. 93 zu widerlegen bemüht, dass der Nährplasmahof ein mit Flüssigkeit erfüllter Raum sei, da er einem solchen manchmal so sehr gleiche. Dieses Nährplasma soll nun bei der Assimilation der Nahrung strahlenartige Pseudopodien in das umgebende, sog. Nahrungsplasma schicken, welche die Nahrung ergriffen und assimilirten. Was Verfasser zu der Vorstellung solcher Pseudopodien geführt hat, ist mir nicht recht klar: vielleicht die bei vielen Infusorien gewöhnliche Erscheinung, dass sich das Entoplasma in netzartigen Zügen und Strängen, zwischen denen sich Zellsaft findet, zwischen Kern und Ektoplasma ausspannt.

Das Merkwürdigste aber ist die Art, wie unser Autor eine Lanze für Ehrenberg und seine Vorstellungen von dem Verdauungsapparat der Infusorien einlegt. Seiner Auffassung nach wurde Ehrenberg in ganz ungerechtfertigter Weise von seinen Gegnern angegriffen und »lächerlich« gemacht. Letzteres halte ich übrigens für die ungerechtfertigte Imputation einer unwürdigen Absicht bei den Gegnern, zumal dieselben sich nicht mehr zu vertheidigen in der Lage sind. Namentlich erbost ist Herr Brass auf Dujardin, dessen Sarkodetheorie er für »unsinnig« erklärt.

Er scheint mir aber dabei sehr ungerecht zu verfahren, denn seine Plasmaschachteltheorie lässt sich doch noch eher mit den An-

schauungen von Dujardin als denen von Ehrenberg in Verbindung bringen. Leider giebt uns Brass bei seiner Rettung Ehrenberg's keinen Aufschluss darüber, ob er auch, wie dieser, den Kern als Hoden, die kontraktilen Vacuolen als Samenblasen, die Chlorophyll- und anderweitigen gefärbten Körner als Eier oder Ovarien, den Augenfleck als Auge in Anspruch nimmt. Vorerst hat er nur die bei den Infusorien von Ehrenberg beschriebenen Mägen genauer betrachtet und wirklich sehr Seltsames daran gefunden.

Diese Mägen oder, wie wir sie jetzt allgemein bezeichnen, Nahrungsvacuolen mit eingeschlossener Nahrung kommen nun nach unserem Verfasser in der Weise zu Stande, dass die aufgenommene Nahrung in dem sog. Nahrungsplasma (Entoplasma nach der gewöhnlichen Bezeichnung) »wahrscheinlich durch Strömungen« zu Haufen zusammengeballt werde, die dann später von dem hellen »Nährplasma« umflossen würden, welches sie verdaue. Die Flüssigkeit der bekannten Nahrungsvacuolen der Infusorien ist also nach unserem Verfasser ein Nährplasma. Hätte sich nun Brass die Mühe gegeben nachzusehen, was die früheren Beobachter über die Entstehung dieser Nahrungsvacuolen in vielen Fällen sicher festgestellt haben und versucht, diese Beobachtungen auch seinerseits zu wiederholen, so müsste er sich wohl davon überzeugt haben, wie diese Haufen von Nahrungspartikeln am inneren Ende des Schlundes, gleichzeitig mit einer Quantität aufgenommenen äußeren Wassers, zusammengestrudelt werden, und wie sie dann von Anfang an als Nahrungsvacuolen in das Entoplasma eintreten. Die ganze Deutung, welche Verfasser den Nahrungsvacuolen giebt, ist daher eine durchaus unbegründete und der Versuch, die Anschauungen Ehrenberg's nochmals aufzuwärmen, recht kläglich gescheitert.

Als ein seltsames Faktum sei denn bei dieser Gelegenheit noch verzeichnet, dass Verfasser von »wahrscheinlichen Strömungen« in dem Nahrungsplasma spricht, obgleich die Existenz von Strömungen in dem Entoplasma zahlreicher Infusorien eine längst bekannte Erscheinung ist.

Auch auf die kontraktilen Vacuolen kommt Verfasser zu sprechen und wenn er auch über dieselben keine besonderen Theorien aufstellt, so müssen wir doch einen Augenblick bei dem verweilen, was er hinsichtlich derselben bemerkt, da dasselbe auf seine Beobachtungsgabe ein besonderes Licht wirft. Bekanntlich sind schon seit Ehrenberg die kontraktilen Vacuolen mit strahlig geordneten zuführenden Kanälen wohl bekannt. Brass hat nun gefunden, dass

diese Vacuolen pathologische Erzeugnisse sind oder wie er sich ausdrückt: »es sind also diese sternförmigen Vacuolen ein pathologischer Zustand des Plasmas«.

Was soll ich nun an dieser Auffassung widerlegen. Ich kann nur darauf hinweisen, dass sich alle Forscher seit Ehrenberg von dem Gegentheil überzeugt haben und dass es mir bis jetzt noch immer gelungen ist, jeden zoologischen Praktikanten in den ersten Übungsstunden von der Normalität dieser Erscheinung an Paramaecium Aurelia zu überzeugen.

Es läge nun noch viel Stoff zu weiteren Auseinandersetzungen bezüglich der Anschauungen, welche Verfasser über anderweitige Organisationsverhältnisse der Infusorien äußert, vor: doch will ich, um diese Bemerkungen nicht zu weit auszuspinnen, nicht darauf eingehen; nur eines muss ich noch hervorheben. Brass spricht sich auch über das äußere, kontraktile Plasma des Infusorienkörpers aus. Ich will seine Auseinandersetzungen, die nur wenig klar sind, nicht specieller erörtern, sondern halte mich lieber an die Abbildungen. Da findet sich denn auf Taf. V Fig. 9 die Darstellung einer kleinen Partie des Ektoplasmas der vielerwähnten »Nassula«, in welche kegelförmige, dunkle Zapfen eingezeichnet sind, die das »eigentlich kontraktile Plasma« seien; jeder Zapfen trage eine Wimper. Ich habe nun schon oben erörtert, dass ich diese Nassula für nichts Anderes als ein Paramaecium Aurelia halte und daher auch in diesen kegelförmigen Zapfen kontraktilen Plasmas nur die Trichocysten dieses Infusors erkennen kann. Übrigens finden sich bekanntlich auch bei gewissen Nassula-Arten Trichocysten.

Ich glaube, es würde die Geduld des Lesers zu sehr auf die Probe stellen, wenn ich in gleicher Weise auch die Mittheilungen unseres Verfassers über die Gregarinen durchgehen wollte: nur wenige kurze Bemerkungen seien mir noch hinsichtlich derselben gestattet. Es ist ganz unrichtig, wenn Brass pag. 104 bemerkt, dass das Protomerit stets in die Wandungen des Darmes eingesenkt sei, bekanntlich gilt dies nur von dem sog. Kopfzapfen oder dem Epimerit Schneider's. Den Beweis, dass in dem Protomerit ein zweiter Kern sich finde, dass also die Polycystideen zweizellige Organismen seien, halte ich für nicht erbracht. Ich und andere, sorgfältige Beobachter haben so viele Polycystideen, auch ganz durchsichtige, studirt und in der verschiedensten Weise untersucht, dass die Existenz eines solchen Kernes, wenn er thatsächlich vorhanden wäre, uns nicht hätte entgehen können.

Schließlich kommt endlich Brass wieder mit der Behauptung, die Konjugationszustände der Polycystideen seien Theilungszustände. Ich will hier nicht nochmals die Gründe darlegen, welche gegen eine solche Auffassung sprechen und verweise auf die Darstellung, welche ich von diesen Verhältnissen in meiner Bearbeitung der Protozoen gegeben habe. Nach stichhaltigen Gründen für eine solche Behauptung sehen wir uns bei Brass auch vergeblich um. Was auf seinen Abbildungen scheinbar dafür sprechen mag, beruht, wie ich fest überzeugt bin, einfach auf ungenauen Beobachtungen.

Hiermit will ich diese schon zu weit ausgedehnten Bemerkungen endigen. Natürlich bilde ich mir nicht ein, den Autor der besprochenen Schrift in meinem Sinne überzeugen zu können. Er wird, wie ich voraussehe, an den entwickelten Ansichten, denen er ja eine so hohe Bedeutung für die Erklärung des Zellenlebens zuschreibt, festhalten; es war mir auch nicht darum zu thun. Was ich mit diesen Zeilen bezwecke, ist, Diejenigen, welche nicht aus eigener Erfahrung ein selbständiges Urtheil auf den bezüglichen Gebieten besitzen, zur Vorsicht in der Annahme der Resultate und Theorien von Brass zu mahnen[1].

Heidelberg, April 1885.

[1] Anmerkung bei der Korrektur. Ich sehe soeben, dass sich auch Oskar Hertwig in seinem Aufsatz »Das Problem der Befruchtung etc.« Jenaische Zeitschrift Bd. XVIII pag. 312—313 gegen die Hypothesen und Theorien von Brass erhebt. Er sucht die Mangelhaftigkeit der Beobachtungen, auf welche diese, nach ihm mit Recht als »leichthin aufgestellt« bezeichneten Hypothesen sich gründen, an den Angaben von Brass über die vermeintlichen Pseudopodien der Keimbläschen der Eier zu zeigen. Indem ich mich freue, dass auch von anderer und kompetenter Seite gegen diese Art von wissenschaftlicher Arbeit Verwahrung eingelegt wird, kann ich nur betonen, dass ich den Bemerkungen von Hertwig voll beistimme.

Über die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen.

Eine vergleichend-anatomische Studie.

Von

Dr. Georg Ruge,

a. o. Professor und Prosektor zu Heidelberg.

Mit Tafel XIV—XVI.

Um unsere Kenntnis von anatomischen Einrichtungen bei den Säugethieren zu bereichern, theile ich hier die Resultate einer Untersuchung über die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen mit und hoffe, durch dieselben Anderen eine Anregung zu weiteren Forschungen über den gleichen Gegenstand zu geben, mir selbst aber ein Fundament geschaffen zu haben, auf welchem eine Beurtheilung der Gesichtsmuskulatur anderer Säugethierordnungen sich aufbauen lässt. Behufs dessen war vor Allem das Bedürfnis vorhanden, Thatsachen genau festzustellen, deren wir auf diesem Gebiete nur sehr wenige kennen. Vor der Hand aber eine Säugethierordnung durchzuarbeiten, musste desshalb wünschenswerth sein, weil hier der Breitegrad der Schwankungen in der Muskulatur voraussichtlich ein nur kleiner ist, den wir übersehen können, und weil wir sicherer auf diese Weise den Weg zu erkennen vermögen, auf welchem bedeutendere Verschiedenheiten bei anderen Ordnungen sich ausbildeten. Und da es aus verschiedenen Gründen schwer ist, eine wissenschaftliche, vollständige Darstellung von der Gesichtsmuskulatur der Säugethiere zu geben, so mag man es billigen, dass dieser Aufsatz, nur Wenig und Unscheinbares bergend, an den Tag tritt, zumal da selbst dieses Wenige mit vieler Mühe erworben werden musste. Es war kein bloßer Zufall, der mich bewog, die Prosimier eingehend zu bear-

beiten: meine Wahl fiel auf diese, weil ich seit mehreren Jahren auch mit der Gesichtsmuskulatur der Primaten beschäftigt war und für letztere sehr viele Aufklärungen gerade bei den Prosimiern fand. Denn trotz mancherlei Eigenartigkeiten bewahrten sich auch auf unserem Gebiete die Halbaffen primitive Organisationszustände. Ich würde diese aber schwerlich bei der Zergliederung nur einer Art herausgefunden haben, da die Ordnung der Prosimier unter sich ja sehr divergente Glieder umfasst, und vielleicht gerade das eine untersuchte Thier Sonderheiten aufgewiesen hätte, welche das Typische verdeckten. Nur die Untersuchung und dann der Vergleich vieler verschiedener Formen ermöglichte es mir, völlige Klarheit über die Gesichtsmuskulatur dieser Thiere zu erlangen. Ich gewann so ein Urtheil über das, was das Primitive, über das, was das weiter Gebildete ist. Die Darstellung des Thatsächlichen ließ sich auch auf diese Weise vereinfachen, für den Leser erleichtern, weil es sich nun nicht mehr um eine ausführliche, gesonderte Beschreibung des rein Thatsächlichen bei einem jeden Thiere, sondern vorzüglich um das Sichten, das Aneinanderreihen, das Vergleichen desselben handelte. Diese Zeilen beanspruchen also, eine vergleichend-anatomische Studie zu sein. An sie soll der demnächst erscheinende Aufsatz über die Gesichtsmuskulatur der Primaten sich anschließen.

Bei meinen Untersuchungen fand ich überall gütige Unterstützung. So stand mir ein reiches und kostbares Material von Prosimiern, durch welches ich diese Arbeit zu einem erfreulichen Abschlusse bringen konnte, zu Gebote. Ich verdanke dasselbe den Herren Carl Gegenbaur, Max Fürbringer und Gustav v. Koch.

Es wurden folgende Thiere untersucht: 1) Varecia Embryo), 2. Avahis laniger, 3) Lemur melanocephalus (2 Embryonen), 4) Lemur nigrifrons, 5) Lepilemur mustelinus, 6) Propithecus diadema, 7. Tarsius spectrum, 8) Mikrocebus Smithii, 9) Chiromys madagascariensis.

Fast alle Objekte waren gut erhalten und erlaubten mittels der Brücke'schen Lupe die Präparation auch der feineren Verhältnisse. Das von Herrn Professor v. Koch erhaltene Chiromys-Exemplar war abgebalgt, und die um die Mundspalte befindliche Muskulatur war verletzt. So musste diese Region unberücksichtigt bleiben. Hier nachzuholen, wäre in so fern wünschenswerth, als Chiromys Eigenartigkeiten und manches Ursprüngliche in seiner Gesichtsmuskulatur besitzt. — In meiner Darstellung werde ich, um durch viele Beschreibungen nicht zu ermüden, auf Figuren mich beziehen

dürfen, welche meinem Bestreben nach die Präparate möglichst getreu wiedergeben.

Bei allen auf die Gesichtsmuskulatur sich beziehenden Nachforschungen leitete mich der Gesichtspunkt, dass das ganze, vom Nervus facialis[1] versorgte Muskelgebiet zusammengehöre, dass dessen hochgradige Entfaltung bei den Säugethieren einen einfacheren Zustand bei anderen Klassen voraussetze.

Letzterer muss, wie es sich voraussehen lässt, darin bestehen oder bestanden haben, dass Muskeln, welche durch den Facialis zum Visceralskelete gehörend und daher dem Antlitze ursprünglich fremd sich erweisen, Verlagerungen eingingen. Sie müssen über die Unterkiefer- und Nackengegend aufwärts sich bewegt haben, indem sie engere Beziehungen zuerst mit den die Ohr- und Mundöffnung umgebenden Weichtheilen eingingen. Dass dies selbst im engsten Zusammenhange mit dem Erwerb von Ohrmuschel und Lippenbildung zusammenhing, ist höchst wahrscheinlich. Vom Ohre und von der Mundspalte dehnten sich dann die Facialismuskeln aufwärts aus und erreichten neue Beziehungen zur Nasenöffnung, zum Auge, zur Stirn- und Schläfengegend. Die Scheitelregion erreichte die Muskulatur wahrscheinlich gleichzeitig: vor der Ohröffnung von der Stirn und Schläfe, hinter jener von der Occipitalregion her. Dass die Anfangs am Halse lagernde Muskulatur diesen angegebenen Weg wirklich eingeschlagen hat, bezeugt uns unter Anderem die strahlenartige Ausbreitung des Facialis in alle diese Theile des Gesichtes. Letztere waren dem Nerven ursprünglich fremd: er konnte in diese Regionen nur durch die Verlagerungen der durch ihn versorgten Muskulatur, seines End-

[1] Trotzdem nach neueren Untersuchungen die Innervation des Platysma allein durch den Facialis festgestellt wurde, und ich niemals mit Sicherheit eine Betheiligung der Nervi cervicales an der Versorgung des Platysma nachweisen konnte, so wäre es dennoch möglich, dass Letzteres als Thatsache sich herausstellen würde. Um aus einer solchen keinen Einwand gegen die Einheit der Gesichtsmuskulatur entstehen zu lassen, sei bemerkt, dass vor Allem die Ableitbarkeit der Gesichtsmuskulatur von dem Platysma nicht beeinträchtigt werden kann. Die eventuellen Beziehungen der Cervicalnerven zum Platysma nämlich kämen hier gar nicht in Betracht: denn diese Nerven haben sicher nichts mit dem Kopftheile des Platysma zu thun, von dem wir aber die Gesichtsmuskeln ableiten wollen. Ferner sind mir nur bei höheren Säugethierordnungen Anastomosen von Ästen des Facialis und der Cervicalnerven bekannt geworden. Wenn man von solchen aber auf einen Antheil der Cervicalnerven an der Innervation des Platysma schließt, so ist hervorzuheben, dass die Anastomosen auch eine andere Bedeutung haben können.

gebietes, hineingezogen werden. Die Theilung des Nerven gleich nach seinem Austritte aus dem Schädel in einen vor und in einen hinter die Ohröffnung verlaufenden Ast bedeutet uns, dass die Muskulatur bei ihrer Differenzirung sehr frühzeitig nach zwei Richtungen sich verschob und in diesen selbständige Umbildungen einging. Die Ohröffnung bildete die Grenzscheide dabei. Die hinter und vor dieser befindlichen Muskeln hingen unter dem Ohre einst inniger zusammen und wurden erst selbständig, nachdem die Einheitlichkeit hier verschwand, wie dies vom Menschen bekannt ist. Der verschieden eingeschlagene Weg der Ausläufer einer Muskelgruppe rief also zwei Gruppen ins Leben: 1 die vor, 2 die hinter dem Ohre befindlichen. Wenn in der Scheitelgegend ein Zusammenhang beider Muskelgruppen hier oder da vorliegt, so kann das also kein genetischer, sondern nur ein erworbener, sekundärer sein.

Die in der Wirbelthierreihe spät auftretende, erst bei den Säugethieren hoch entfaltete Muskulatur im Gesichtstheile hat sicherlich einen langsamen Entwicklungsgang hinter sich, und sowohl viele örtliche Verlagerungen, als auch mancherlei schichtenweis erfolgte Neubildungen der Muskeln haben stattfinden müssen, bevor es zu Einrichtungen kam, welche uns z. B. die Anatomie des Menschen lehrt.

Bei allen diesen Lageveränderungen war nothwendigerweise der Nervus facialis in Mitleidenschaft gesetzt, seine Äste wurden ausgesponnen, kamen hier unter einander in Berührung, während dort nahe gelegene von einander entfernt wurden. So lernen wir verstehen, wie gerade im Facialisgebiete eine Verflechtung der Äste, die uns in den Plexus nervi facialis (Plexus parotideus, Pes anserinus des Menschen entgegentritt, sich ausbilden musste. Die Nervendurchflechtung musste um so intensiver und komplicirter sich gestalten, je großartiger und um sich greifender die Umbildungen in den Gesichtsmuskeln sich kund gaben. Aufs deutlichste, zum Beweise dafür, spricht zu uns der Vergleich der betreffenden Muskulatur bei den Prosimiern und beim Menschen. Es ist ganz unverkennbar eine sehr große Einfachheit in der Gesichtsmuskulatur der Halbaffen gegenüber derjenigen der Primaten, insbesondere derjenigen der Anthropoiden und des Menschen zu erkennen, wenn schon in einigen Gebieten, z. B. um die Ohröffnung herum, eine viel höhere Ausbildung bei jenen zu Stande kam. Dies beruht darauf, dass da z. B., wo am Kinne und auf der Stirn, um Mund und Auge beim Menschen reichliche, durch aberrirende Muskelbündel zu Stande kommende Neubildungen

vorherrschen, welche eine große Mannigfaltigkeit des mimischen Muskelspieles bedingen, dass da bei den Prosimiern nur wenig gegliederte, grob markirte Muskelplatten lagern. Demgemäß hat auch der Nervus facialis der Prosimier verhältnismäßig wenig Komplikationen erfahren; es bestehen wohl Anastomosen zwischen Facialisästen, aber diese sind zu zählen. Von Plexusbildungen ist kaum die Rede. Ein Blick nur auf die beifolgenden Figuren, welche den Nervenverlauf wiedergeben, genügt, um diese wichtige Thatsache festzustellen: dass eben die am Facialis auftretenden Plexusbildungen beim Menschen Weiterbildungen eines hier einfachen Zustandes sind.

Den Grundgedanken dessen, was hier weiter ausgesponnen ist, hat Gegenbaur in seinem Lehrbuch der Anatomie des Menschen Leipzig 1883 ausgesprochen. Er hebt dort die morphologische Zusammengehörigkeit der gesammten Gesichts- oder Antlitzmuskulatur hervor und begründet dieselbe, er führt für die Entstehung des Plexus parotideus als Kausalmoment die stattgefundene Umlagerung der Muskulatur des Antlitzes an. Die hierauf bezüglichen Stellen lauten folgendermaßen: der Muskulatur »wenig scharfe Abgrenzung unter sich, wie die in Untermischung einzelner Muskelpartien mit Bindegewebe und Fett sich ausprägende Sonderung, gestattet der Willkür in einer Aufstellung einzelner Muskeln einen größeren Spielraum, als an anderen Theilen des Körpers. Sie werden sämmtlich vom N. facialis innervirt, der eben so einen subkutanen Muskel des Halses, das Platysma myoides oder den Latissimus colli versorgt: und mit diesem, zum Gesicht emportretenden und sich auch da verbreitenden Hautmuskel ergiebt sich auch mancher andere anatomische Zusammenhang. Bringt man hiermit in Erwägung, dass viele der als diskrete Theile aufgefassten Muskeln unter einander in Verbindung stehen durch Faserzüge, die man als aberrirende deutet, so gelangt man zu der Einsicht eines morphologischen Zusammenhanges der gesammten Muskulatur des Gesichtes. Man erkennt dann in derselben eine aus dem Platysma hervorgegangene Differenzirung in einzelne, um die Öffnungen im Integumente angeordnete Muskelgruppen. Die denselben zukommende Selbständigkeit ergiebt sich aus der durch die Beziehungen zu jenen Öffnungen erworbenen Funktion und erhöht sich in dem Maße, als diese Muskulatur am Kopfskelette Ursprungsstellen fand. Jene mannigfachen Verbindungen jedoch, wie die sogenannten aberrirenden Muskelbündel, ergeben sich dann als ein Rest eines primitiven Zustandes und

sind für das Verständnis des Ganzen von großer Wichtigkeit. Dieser Auffassung gemäß stellt das Platysma den Mutterboden der Gesichtsmuskeln vor, es ist der unverbrauchte Rest einer auf den Kopf fortgesetzten Muskulatur, die am Halse in indifferenterer Form sich fort erhalten, oder vielmehr vom Kopfe her auf den Hals sich ausgebreitet hat. Ein niederer Zustand der gesammten Gesichtsmuskulatur besteht bei den Säugethieren, auch bei den meisten anthropoiden Affen. Besonders die oberflächlichen Schichten sind noch weniger als beim Menschen vom Platysma different geworden und erscheinen auch unter sich wenig oder gar nicht selbständig, indem sie unter sich und mit dem Platysma zusammenhängen« (pag. 326 und 327). Diese Zeilen bleiben unserer Meinung nach maßgebend für spätere Arbeiten, welche auf die Erkenntnis der Gesichtsmuskulatur der Säugethiere hinzielen; sie enthalten das Programm für eine Reihe nothwendig gewordener Untersuchungen. So werden die von Gegenbaur gegebenen allgemeinen Betrachtungen leitende bleiben, während die bei der speciellen Beschreibung der Gesichtsmuskeln gegebenen Daten nicht überall das Richtige treffen: sie enthalten, wo es sich um die Deutung der Befunde handelt, auch Irrthümer, welche nur durch das Vorliegen vergleichend-anatomischer Untersuchungsresultate hätten umgangen werden können. Solche waren nicht vorhanden. An geeigneter Stelle kommen wir darauf zurück. Über die Eigenthümlichkeiten in der peripheren Ausbreitung des Facialis legt Gegenbaur auf pag. 836 seine Anschauungen nieder: »Im Plexus parotideus besteht eine Auflösung und eine maschige Durchflechtung der Faserzüge des Facialis. Aufwärts tretende Züge werden wieder abwärts abgelenkt, und umgekehrt, sie bilden mit anderen neue Kombinationen, woraus unter Wiederholung dieses Verhaltens eben das Geflechte entsteht. Für diese eigenthümliche Bildung wird als Kausalmoment eine stattgefundene Umlagerung der Muskulatur des Antlitzes angenommen werden müssen, so dass jene Muskeln, die wir oben pag. 327 als Differenzirungen des Platysma betrachteten, noch nicht von vorn herein die ihnen zukommende Lokalität einnahmen, und mit ihrer Wanderung zugleich Veränderungen in der Anordnung der ihnen zugehörigen Facialiszweige hervorriefen.« So weit die Angaben Gegenbaur's.

Was den morphologischen Zusammenhang der Gesichtsmuskulatur anbetrifft, so bringen diese Blätter für ihn positive Nachweise, werfen auch Licht auf die Entstehungsart des Plexus parotideus; jedoch fehlen für eine direkte, thatsächliche Begründung des von

Gegenbaur angenommenen Entwicklungsmodus noch die nöthigen zahlreicheren und verwerthbaren Beobachtungen.

Wir kehren zu den eigenen Betrachtungen zurück. Um diese weiter auszuführen, stützen wir uns auf einige, aus den Untersuchungen entnommene Resultate allgemeineren Inhaltes. Aus letzteren lernen wir Kausalmomente für die allmählich sich einleitenden Komplikationen in der Muskulatur des Gesichtes und ferner für die Bildung der geflechtartigen Anordnung der Zweige des Nervus facialis kennen. Betreffs der Muskulatur handelt es sich für uns zunächst um die Frage, welche die Ursachen seien für den Zerfall eines Muskels in zwei oder mehrere Glieder, die mehr oder weniger als selbständig betrachtet sein wollen. Der vornehmste Faktor besteht darin, dass Muskeln durch Aberration ihrer Bündel mit neuen Theilen in Beziehungen treten. So trat die vom Halse stammende Muskulatur mit den beweglichen, um die verschiedenen Öffnungen befindlichen Weichtheilen in Konnex. Die Mundspalte, der äußere Gehörgang waren die nächstgelegenen Theile.

Das Platysma hat seine vorderen Bündel über den Unterkiefer zur Unterlippe, zum Mundwinkel, zur Oberlippe u. s. f., seine hinteren Nackenfasern hingegen zur Ohrmuschel und zum Hinterhaupte entsendet. Um eine kräftige Wirkung auf die Weichtheile zu erzielen, erwarben sich z. B. die Ohrbündel des Platysma in der Medianlinie des Nackens Befestigungspunkte am Ligamentum nuchae und an der Protuberantia occipitalis externa. In dieser neuen Acquisition liegt der Grund für eine Trennung der auf das Ohr angreifenden Bündel von ihrem Mutterboden, dem Platysma. Anfangs eine einfache Scheidung der Funktion in den Theilen des Platysma und später die durch neue Angriffspunkte gesteigerte Leistungsfähigkeit der Theile rief die morphologische Selbständigkeit derselben ins Leben. Da nun von dem am Occipitale entstehenden, selbständig gewordenen Muskel Bündel von der Ohrmuschel über die Hinterhauptsgegend sich verbreiterten, so entstand dadurch sofort ein funktionell komplicirterer Muskel, der morphologisch noch einheitlich im Musculus auriculo-occipitalis der Prosimier uns entgegentritt (vgl. Fig. 15). Durch den Erwerb von Beziehungen des Occipitaltheiles dieses Muskels zur beweglichen Kopfhaut ist in gleicher Weise wie am Platysma-Auricularis die Bedingung zur Selbständigkeit eines Musculus occipitalis durch schärfere Absetzung von der Auricularportion gegeben. Beim Menschen z. B. ist das vollendet, was bei den Prosimiern schon angedeutet ist. In allen derartigen Fällen entstehen selbstän-

dige neue Muskeln einfach durch gänzliche Abspaltung von Portionen eines einheitlichen Gebildes. Die Stelle, an welcher die Spaltung eintreten wird, lässt sich nach dem verschiedenen, funktionellen Verhalten der Theile des Muskels bestimmen: da, wo Bündel ihre Funktion einbüßen, während die benachbarten durch neue Beziehungen an Werth gewinnen, tritt auch die Trennung ein. Die den Ort der Spaltung anzeigenden, sich rückbildenden Portionen werden bald zu intermediären in Bezug auf die fortbestehenden. Zuweilen scheint die Spaltungsstelle eines durch die Verschiedenheit der Funktion in mehrere Theile getrennten Muskels durch zufällige Nachbartheile bestimmt zu sein. So erweisen sich bei Beutelthieren und bei manchen Prosimiern die langen Tasthaare der Wangenhaut als eingreifende Faktoren. Die Haare sind zu einer Gruppe, aus welcher in der Regel 7—9 größere hervorragen, angeordnet und mit ihren Follikeln tief zwischen die Platysmabündel eingerückt und befinden sich gerade zwischen dem Platysma der Autoren und dem, von diesem sich abtrennenden Musculus auriculo-labialis superior, wie wir ihn seiner Ausdehnung gemäß bezeichnen werden.

Die Trennung erfolgte durch die selbständigere Einwirkung auf verschiedene Theile. In diesen einfachen Zuständen haben die Abkömmlinge eines Muskels Anfangs in einer Schicht gelegen: indess sie einmal selbständig geworden, auch über einander oft sich zu verschieben vermochten, um dann in mehreren Lagen uns entgegenzutreten. Als Beispiel hierfür sind unter anderen die Musculi auricularis posterior et occipitalis anzuführen (Fig. 11, 15). Alle diese Fälle lassen sich als solche, bei welchen die Muskel durch Erlangung neuer Beziehungen zu Nachbartheilen Anfangs ihren Ursprung unverändert bewahrten, während ihre Angriffspunkte Umbildungen erlitten, von denjenigen unterscheiden, bei welchen die Angriffspunkte neu entstehender Muskeln die gleichen blieben, während deren Ursprünge sich änderten. Zu letzteren gehören z. B. die Musculi risorii des Menschen, welche wie die sie erzeugenden Muskeln auf den Mundwinkel angreifen, der Musculus superciliaris, welcher wie der Orbicularis oculi den gleichen Angriffspunkt bewahrte, etc. Alle zusammen stimmen aber darin überein, dass die neuen Muskeln ihre Existenz der Aberration von Bündeln eines schon vorhanden gewesenen Muskels verdanken.

Ein weiterer Modus für den Zerfall eines Muskels in zwei oder mehrere selbständige Sprösslinge beruht in dessen Kontinuitätstrennung. Letztere ist häufig dadurch bedingt, dass ein Muskel über

Knochenvorsprünge verläuft, erst mit seinen tieferen, dann auch mit den oberflächlichen Fasern sich an diese befestigt, um schließlich im Verlaufe unterbrochen zu werden. Der betreffende Skelettheil wird auf diese Art zum Ursprungsorte zweier Theile eines Muskels. Wenn nur die tieferen Muskelbündel Ansatzstellen fanden, so laufen die oberflächlichen ungetrennt über sie hin: dann können die tieferen für sich längs der Knochen sich verschieben und so die Veranlassung zum Erscheinen mehrerer Muskellagen werden, welche an den Endpunkten zusammenhängend bleiben. Mithin trägt bei den Säugethieren das Skelet des Kopfes zur Differenzirung der Gesichtsmuskeln in gleicher Weise bei, wie das ganze übrige Skeletsystem bei den niederen Wirbelthieren die mächtige Differenzirung der Stamm- und Gliedmaßenmuskeln beherrschte. Ein sehr schönes Paradigma für die Komplikation, welche ein Muskel durch Wechselbeziehung zum Skelete des Kopfes erfährt, liefert uns das Platysma und der Musculus quadratus menti Depressor labii inferioris der Primaten. Bei diesen wird der Unterkieferrand zur Grenzscheide der mehr oder weniger selbständigen Muskeln. Ferner erscheint der Musculus auriculolabialis superior der Halbaffen vgl. z. B. Fig. 6 bei den Primaten durch die Befestigung am Jochbogen in eine von letzterem zum Munde und in eine zum Ohre ziehende Portion zerlegt, von denen die letztere zu einer vom Ohre zum Jochbogen gelangenden Fascie sich rückbildet, die erstere aber als Musculus zygomaticus persistirt. Auf eine ganz gleiche Art erfolgt die Zerlegung eines bei den Affen noch einheitlichen Musculus sphincter oris in einen Caninus, Nasalis und orbicularis oris des Menschen. Hier bildet der Oberkiefer den Ort für eine Festheftung, die Ursache für eine Kontinuitätstrennung.

Nicht immer geschieht die Kontinuitätstrennung durch Skelettheile: sie kann unter anderen Ursachen auftreten. So bilden die beim Menschen meist getrennten Mm. frontalis et auricularis superior bei Säugethieren ein einheitliches Gebilde, den M. orbitofronto-auricularis vgl. z. B. Fig. 13, von dem auch beim Menschen in der Schläfe Reste vorhanden bleiben, während gegen den Scheitel zu eine Scheidung in seiner Mitte sich vollzieht. Wenn die Ursache für diese Sonderung vor Allem im Erwerb einer gesteigerten, hier auf Ohr und bewegliche Kopfhaut zielenden, funktionellen Leistung zu erblicken ist, so ist doch die durchgreifende Trennung in continuo an diesem Muskel durch die mächtige Ausbildung des vom Gehirn beherrschten Schädeldaches bedingt.

An diesem treten Stirn- und Scheitelgegend beim Menschen scharf hervor: die auf diesen lagernden Muskeln gewinnen einen steileren Verlauf, was an den höchst gelegenen Stellen eine Kontinuitätstrennung der meist gekrümmt vom Ohr zum Orbitalrande ziehenden Fasern begünstigen musste. Die Kontinuitätstrennung selbst erfolgte durch sehnige Umwandlung der Muskelfasern und durch Befestigung dieser an der Galea aponeurotica. Die Stellen, an denen die Trennung eintrat, mögen nicht immer dieselben gewesen sein. Zuweilen markirt die Arteria temporalis die Stelle der sehnigen Metamorphose und die Auflösung des Muskels. Dies konstatirte ich mehrfach beim Menschen. Nach der Entfernung der Arterie hinterblieb eine verzweigte Furche, deren Boden von einer sehnigen Unterbrechung des sonst noch einheitlichen Musculus orbito- fronto-)auricularis gebildet war. Es wirken hier also mehrere Faktoren bei der Kontinuitätstrennung zusammen: die erworbene Beziehung zur Galea aponeurotica, die Umbildung des Skeletes und die mechanische Wirkung der pulsirenden Arterien. Einen sehr charakteristischen Fall von Kontinuitätstrennung finden wir an dem, um die Mundspalte bogenförmig verlaufenden Musculus orbicularis oris, der bei niederen Säugethierordnungen mit seinen lateralen Bündeln noch weit vom Mundwinkel entfernt bleibt, bei den höheren aber an letzterem während seines Verlaufes sich anheftet und inniger mit ihm sich verbindet. Auf diese Weise geht allmählich ein oberer und ein unterer, auf den Mundwinkel wirkender Abschnitt hervor, die beim Menschen als Musculus caninus und Musculus triangularis oris bekannt sind. Andeutungen und sogar den vollkommenen Zusammenhang beider Muskeln finden wir aber auch noch beim Menschen vor. Es spielt hier also der bewegliche Mundwinkel eine gleiche Rolle wie das Skelet anderorts. Jedes Mal ist es auf eine energischere Wirkung auf bewegliche Theile (Lippen, Mundwinkel) abgesehen: eine funktionelle Weiterbildung ist mit einer anatomischen Differenzirung aufs engste verknüpft. Dies lässt sich Schritt für Schritt verfolgen. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die Gesichtsmuskulatur höchst lehrreich; denn sie zeigt in näher verwandten Ordnungen das, was an anderen Muskeln in weit von einander entfernten Abtheilungen sich erst vollzieht.

Die Produkte des in continuo getheilten Muskels bilden anfänglich eine Muskelschicht, mehrere entstehen erst durch neue Verschiebungen. Es ist fast immer nachzuweisen, dass da, wo die Gesichtsmuskulatur in mehreren Lagen über einander sich befindet,

ursprünglich wenige oder selbst nur eine existirte, dass die anderen aus diesen wenigen sich hervorbildeten.

Die Schichtenbildung kommt stets durch die Aberration von Muskelportionen zu Stande, welche allmählich zur Selbständigkeit gelangen. Im ganzen Muskelsysteme verschafft dieser Process sich Geltung. An der unteren Gliedmaße z. B. sonderte sich aus einem gemeinsamen Zehenbeuger ein im Ursprunge selbständiger Flexor digit. pedis fibularis und Flexor tibialis. Beide behalten an der Insertion den Zusammenhang. Im Gesicht treffen wir die Schichtenbildung häufiger an. Da können einmal oberflächliche Bündel von den tieferen sich ablösen und auf diesen sich verlagern. Dafür bietet das Platysma der Primaten und des Menschen, ferner der aus dem Musculus orbito-auricularis entstandene Auricularis superior der Prosimier (vgl. Fig. 1 und 4) und andere Muskeln vortreffliche Beispiele. Wie für den letzterwähnten Fall Orbito-auricularis und Auricularis superior auf das Ohr gemeinsam wirksam bleiben, so bleibt überhaupt der Angriffspunkt der neuen, oberflächlichen Schichten Anfangs meist der gleiche, wie derjenige der alten. Viel häufiger kommen zweitens Umbildungen von Muskelschichten im Gesicht durch Aberration tiefer Bündel zu Stande. Dies bedingt die Thatsache, dass fast die gesammten, oberflächlichen Lagen der Gesichtsmuskeln unverändert oberflächliche waren, dass sie im direkten Zusammenhange mit dem Platysma, von dem sie ableitbar sind, irgend wo angetroffen werden. Viele in der Tiefe befindliche Gesichtsmuskeln sind hingegen jüngeren Datums, sie setzen oberflächliche voraus, und nicht umgekehrt. So z. B. ist der Mentalis vom Platysma entstanden, der ganze Buccinator vom Musculus orbicularis oris, etc. Die neu entstandenen, tieferen Muskellagen können einen gleichen Angriffspunkt, wie den des ursprünglichen Muskels, bewahren (z. B. Sphincter oris und Buccinator), sie können aber auch sofort, wohl im Unterschiede zu den oberflächlich neu entstehenden, mit ihrer Entstehung neue Angriffspunkte gewinnen. Dies geschieht namentlich dann, wenn von den zum Knochen gehenden Portionen Muskelaberrationen vor sich gehen. So gelangte der Musculus mentalis aus den zum Unterkiefer gehenden Platysmafasern durch Aberration neben diesen hervor zur Kinnhaut.

Die schichtenweise Differenzirung der Gesichtsmuskeln erfolgt eben so wie die einfache Spaltung auf Grund der Arbeitstheilung oder der Steigerung der Leistungsfähigkeit. Die Art und der Weg der Aberration von Muskelbündeln bei der Schichtenbildung

können nicht willkürliche sein. Genaues darüber anzugeben, bleibt aber vor der Hand unmöglich. Jedoch muss hier eine Thatsache hervorgehoben werden, welche vielleicht im Stande ist, es wahrscheinlich zu machen, dass bei der Ausbildung ganz getrennter Schichten der Verlauf von Nervenästen des Facialis und des Trigeminus mit im Spiele ist. Es verlaufen nämlich stärkere Nerven sehr häufig zwischen je zwei Muskellagen, welche ursprünglich zusammenhingen, einheitlich waren. Es wird wahrscheinlich, dass das mit dem Nerven verlaufende Bindegewebe und die begleitenden Gefäße eine schon im Muskel präformirte, mehr lockere Stelle angeben, an welcher eine, durch andere Momente geforderte Trennung am leichtesten erfolgen konnte. Wenn ich auch nicht im Anfangsstadium der Schichtenbildung den Nervenverlauf als mitbedingenden Faktor nachweisen konnte, so mahnt doch die erwähnte Thatsache zur Annahme, dass späterhin die Gruppirung der Schichten nach Maßgabe des Nervenverlaufes erfolgte. Es steht dieses Faktum nicht einzig da. Wir wissen, dass der Nervus mylohyoideus zwischen den gleichnamigen Muskel und den vorderen Bauch des Biventer maxillae eintritt: wir folgern, dass, wenn beide Gebilde aus einem ableitbar sind, der Nerv die Stelle der Sonderung angab. Ähnliches ist durch Chappuis Zeitschr. für Anatomie und Entwicklungsgesch. Bd. II für die hinteren, kleinen Kopfmuskeln bei den Reptilien nachgewiesen. Hier durchsetzt der Nervus suboccipitalis die noch nicht getrennte Muskelmasse, giebt aber die Grenze zwischen einer später geordneten, lateralen und medialen Portion an (pag. 295). Dem Ramus lateralis Nervi vagi der Fische kann mit Recht ein Einfluss auf die Art der Zerlegung der Rumpfmuskulatur in die dorsale und die ventrale Gruppe zugeschrieben werden, etc. Um auch für die Gesichtsmuskulatur derartige Beispiele anzuführen, greife ich hier folgende Thatsachen heraus. Die Rami labiales superiores der Nervi infraorbitales verlaufen bei den Prosimiern regelmäßig zwischen dem Musculus orbicularis oris und dem Musculus maxillo-labialis, welche nachweislich einst zusammengehörten: ein Oberlippenast des Facialis nimmt als Endzweig für den Musculus maxillo-labialis einen gleichen Verlauf vgl. die Fig. 2, 5, 12 und 13. Die meist gut getrennten, selbständigen, die Nerven zwischen sich fassenden Muskelschichten lassen bei den Prosimiern ihre Abkunft von einander dabei noch gut erkennen. Den über den Jochbogen emporsteigenden Ramus temporalis des Facialis treffen wir bei den Prosimiern regelmäßig zwischen den oberflächlichen Musculi auriculo-labialis

superior und orbicularis oculi einerseits und der tiefen Muskellage (Musculus orbito-auricularis andererseits in seinem Verlaufe an vgl. Fig. 8 und 12 ; und da die tiefe aus der oberflächlichen abgeleitet wird, so scheint auch hier wiederum der Nerv die Stelle der erfolgten Schichtenbildung angegeben zu haben. Andere einschlägige Thatsachen über diesen Punkt birgt der specielle Theil dieser Arbeit.

Der ursprüngliche Zusammenhang different gewordener Muskeln wird entweder durch den Vergleich mit niederen Zuständen oder, bei einem Individuum, durch intermediäre, sogenannte aberrirende, Bündel, welche gewissermaßen die Brücke von einem zum anderen Muskel schlagen, nachgewiesen. Die erstere Art ist die sichere, sie führt wohl nie auf Irrwege; hingegen laufen zahlreiche Irrthümer unter, sobald man sich auf die intermediären Muskelportionen oder auf den Zusammenhang zweier Muskeln bei einem Individuum allein verlässt. Nur gar zu häufig nämlich erweist sich bei genauester Prüfung das Vorhandensein verknüpfender Faserbündel als durch eine ganz sekundäre Vereinigung zweier Muskeln erfolgt, welche keinerlei genetische Beziehungen zu einander besaßen. So möchte es verlockend sein, den Musculus triangularis (Depressor anguli oris) des Menschen von aberrirenden Bündeln des Platysma abzuleiten, weil Beide zuweilen in einander übergehen. Dieser Zusammenhang aber ist ein spät erworbener und kann demgemäß keinen Aufschluss über die Entstehung des Triangularis geben. Genau so verhält es sich mit vielen anderen Muskeln[1]. Liegen aber triftigere Gründe für die Annahme einer genetischen, ursprünglichen Zusammengehörigkeit mehrerer different gewordener Muskeln vor, so begrüßen wir das Vorhandensein intermediärer Bündel gern als Bestätigung der durch sie noch ausgesprochenen Einheitlichkeit.

Wenn man bei der Muskulatur des Skeletes mit völligem Rechte von Muskelindividuen sprechen darf, in welchen wir die streng durchgeführte Zerlegung der Muskulatur in einzelne, individuell selbständige Gebilde erblicken, so kann von jenen bei der Gesichtsmuskulatur, also bei Muskeln des Integumentes, der Halbaffen kaum die Rede sein, da diese noch in den einfachsten Zuständen der Zusammen-

[1] In Froriep's Untersuchungen »über den Hautmuskel des Halses und seine Beziehungen zu den unteren Gesichtsmuskeln« Archiv für Anatomie und Physiologie Jahrgang 1877, begegnen wir einer Reihe von Schlussfolgerungen, welche zu korrigiren sein werden, weil zwischen sekundärem und primärem Zusammenhange der Muskeln nicht unterschieden ist.

gehörigkeit des ganzen Gebietes verharren. Bei den Halbaffen ist noch nicht jene Sonderung in der Gesichtsmuskulatur aufgetreten, wie wir sie beim Menschen sehen; bei ihnen umfasst eine Muskellage Komplexe getrennter Muskeln des Menschen. Der Begriff des Muskelindividuum involvirt neben der morphologischen Selbständigkeit die Möglichkeit einer selbständigen Wirkung. Wo wollte man aber eine solche von den Gesichtsmuskeln der Halbaffen annehmen dürfen? Wir müssen vielmehr, trotzdem uns bis jetzt jegliche Erfahrung darüber fehlt, bei der Meinung bleiben, dass die auf Kontraktion von Gesichtsmuskeln zielenden Willensimpulse keine streng abgegrenzten Gebiete beherrschen, sondern einer Irradiation auf die Nachbarschaft unterliegen. So fehlen denn hier alle Momente zur Annahme der individuellen Selbständigkeit einzelner Muskeln. (Vergleiche hierüber GEGENBAUR's Lehrbuch der menschlichen Anatomie, II. Auflage, pag. 299.)

Es war bisher immer nur die Rede von der Entstehung neuer und von Weiterbildungen vorhandener Muskeln und von Erklärungen für die Entstehung differenter Gebilde. Es giebt nun aber im Gebiete der Gesichtsmuskulatur sehr zahlreiche Beispiele von Umformungen, welche mit Rückbildung der Muskeln, die mehr oder weniger vollständig ist, endigt. Hier unterliegen ganze Muskelgebiete einer Reduktion, wenn ein Organ aus dem beweglichen in den unbeweglichen Zustand verfällt, seine Funktion theilweise oder ganz einbüßt. Dort werden wieder nur Theile eines Muskels ausgeschaltet, wenn deren funktionelle Bedeutung verschwindet. An Stellen, wo Muskeltheile zu Grunde gingen, findet man später entweder gar nichts mehr oder sehnige, membranöse Gebilde, welche nicht selten in Fascien uns entgegentreten. Die Fascia temporalis superficialis und die Fascia parotideo-masseterica des Menschen leiten sich zum Theil von solchen regressiven Processen in der Muskulatur her: die erstere von dem sich rückbildenden Musculus auriculo-(temporo-)labialis, die letztere von dem Musculus sphincter colli der Halbaffen (vgl. die Figuren 1, 4, 5, 6, 7, 8, 14). Ein großer Theil der vom Menschen her bekannten Galea aponeurotica besteht aus sehnig metamorphosirten Bündeln des Musculus occipitalis, u. s. f. Für diese Fälle findet die von BARDELEBEN vertretene Lehre, dass Fascien der Haut an Stelle degenerirter Hautmuskeln sich befinden, ihre volle Bestätigung. BARDELEBEN macht die Bemerkung, dass der Orbicularis palpebrarum der Ungulaten in die Muskulatur des äußeren Ohres übergehe, und führt dadurch selbst den Beweis der Richtigkeit seiner

Anschauung betreffs der Fascia superfic. temporalis und der Fascia parotidea; die letztere ward bei jenen Thieren muskulös gefunden (Musculus parotideo-auricularis) Jenaische Zeitschrift für Medicin 1881. Bd. XV pag. 413). Nicht immer, vielleicht sogar in den selteneren Fällen, folgt die morphologische Rückbildung der Muskeln deren funktionellem Ausfalle auf dem Fuße nach. Wenn die Funktion der um die Ohröffnung und auf der Ohrmuschel gelegenen Muskeln bei vielen Primaten und beim Menschen als Beweger der Weichtheile auch aufgehoben ist, so erscheinen die unthätigen Muskeln dennoch in leidlicher Ausbildung wieder. Sie behalten als ererbte Dinge in ihrer Existenzfähigkeit eine große Zähigkeit. Und die Thatsache, dass rückgebildete Muskeltheile im Gesichte sich erhalten, trotzdem sie an einem und demselben Skelettheile entspringen und sich inseriren, wodurch ihre Leistungsunfähigkeit völlig klar gelegt ist, beansprucht in so fern allgemeines Interesse, als sie die Anschauung widerlegt, dass Organe wie Muskeln, deren Fortexistenz wir uns gern durch ihr Kontraktionsvermögen bedingt vorstellen, bei langgewährender Unthätigkeit zu Grunde gehen müssen. Während wir uns beim passiv dienenden Skelete die atavistisch auftretenden Theile immer noch als Stützen oder Befestigungspunkte für irgend ein anderes Organ im Dienste des Organismus stehend vorstellen können, so ist das bei der aktiv sich äußernden Muskulatur nicht im gleichen Grade der Fall. Ein nicht mehr funktionirender Muskel sollte der gewöhnlichen Meinung nach nicht vorkommen können. Es finden sich aber deren viele. Wahrscheinlich gehören zur räumlichen Elimination von außer Funktion gestellten Muskeln noch weitere Momente, wie z. B. ein gewisser, möglicherweise schon längst bestanden habender Druck durch Nachbartheile oder ein erst später auftretendes Mehrbedürfnis an Raum der letzteren.

Der Rückbildungsprocess im Gebiete der Gesichtsmuskulatur kann verschiedenartig eingeleitet werden. Das einfache Stehenbleiben eines Muskels auf dem Status quo ante kann einer sonst allgemeinen Ausbildung gegenüber als ein rückbleibender Zustand, wenn schon nicht als Rückbildung bezeichnet werden. Einem Rückbleiben folgt eine Rückbildung aber meist unmittelbar nach. Die Rückbildung im eigentlichen Sinne besteht einmal in der Abnahme des Volumen der Muskelbündel und zweitens in dem Verluste von bisher vorhandener Beziehungen zu den beweglichen Gesichtstheilen.

Die Rückbildung beherrscht eben so wie die Weiterbildung, im Vergleiche zwischen den höheren und niederen Säugethierordnungen

bestimmte ganze Muskeldistrikte. Bei den Primaten unterliegen der Rückbildung die Muskeln der Ohrmuschel. Dass diese bei den Vorfahren des Menschen eine höhere Entfaltung gehabt haben, wird durch reichliche Thatsachen zum unumstößlichen Faktum. Die Muskeln um den Mund indessen, welcher in den Dienst der Sprache tritt, so wie diejenigen um das Auge und auf der Stirn, welche durch das Mienenspiel dem Gedanken Ausdruck verleihen, erfahren bei den Anthropoiden und beim Menschen eine hohe Ausbildung. Wenn wir von Muskeln oder Muskelgebieten, welche allein dem Menschen eigen sind, reden, so werden wir nur aus den genannten beiden Regionen solche aufführen können. Auch im Bereiche der Prosimier sind Rückbildungen ganzer Muskeldistrikte nachzuweisen. So ist vom Musculus sphincter colli, welchen wir z. B. bei Varecia (Fig. 1) und bei Avahis (Fig. 5) in schönster Ausbildung finden, bei Propithecus nichts mehr vorhanden, als nur die, von jenem stammende, um den Mund verlaufende Portion des Orbicularis oris (vgl. Fig. 9). Andere Rückbildungserscheinungen an bestimmten Stellen sind mit der Differenzirung der Muskulatur anderer Orte vergesellschaftet. So schwindet der Theil des Platysma, welcher an die sich weiter ausbildenden Muskeln hinter dem Ohre sich anlehnte u. s. f.

Auch über die Ausbildung und Weiterbildung der Geflechte im Gebiete des Nervus facialis lassen sich eben so wie über die von letzterem versorgte Muskulatur auf Grund der Untersuchungen höherer und niedriger Säugethierordnungen einige allgemeine Betrachtungen anstellen. Das Hauptmoment für das Zustandekommen der Geflechte des Nerven stellt die Metamorphose der Muskeln dar, wie das oben erörtert worden ist. Alle für die bei den Muskeln erwähnten Momente der Umbildung sind demgemäß als indirekt wirksame auch für die Plexus nervi facialis geltend zu machen. Günstig auf die Ausbildung der Geflechte der Facialisäste müssen außerdem noch alle diejenigen Gebilde eingewirkt haben, welche mit einer mehr konstanten Lagerung im Gesicht bei der Umordnung der Facialisäste mit diesen in Berührung kamen. Hierher gehören vornehmlich die sensitiven Äste des Trigeminus; ihnen allen ist eine bestimmte Hautstrecke angewiesen, die sie ohne Weiteres nicht aufgeben; sie sind in der Anordnung, verglichen mit den Facialiszweigen, konservativ. Die letzteren werden sich also nach Maßgabe der Änderung des Verlaufes erst an die Trigeminusäste anlehnen, dann, gewissermaßen festgehalten von diesen, sich um sie herumschlingen und

schließlich fester sich mit ihnen vereinigen. Die Aneinanderlagerung, resp. Vereinigung der Äste beider Nerven ist naturgemäß eine sehr verschiedengradige. Aus einer einfachen Berührung geht eine innigere Verwachsung, ein streckenweis erfolgender, gemeinsamer Verlauf hervor. So entstanden die beim Menschen gut bekannten Anastomosenbildungen zwischen den Ästen des Trigeminus und des Facialis. Nothwendig müssen sich die durch Anlagerung zu Stande gekommenen Anastomosen wieder auflösen, damit beide Nerven ihr Endgebiet erreichen. Bei denjenigen Thieren, bei welchen die Gesichtsmuskeln und der Nervus facialis sich durch verhältnismäßig große Einfachheit auszeichnen, fehlen die Anastomosen zwischen Facialis und Trigeminus gänzlich, oder sie sind erst angebahnt. Die komplicirteren Zustände finden sich erst bei den anthropoiden Affen und beim Menschen. Mithin dienen uns diese Thatsachen, zusammengehalten mit den bei den Prosimiern z. B. ursprünglicher sich verhaltenden, zur Beweisführung für die gegenseitig abhängige Entstehungsart der Muskeln und der Nervengeflechte. Die Verschiebungen der Nerven stehen im Gefolge derjenigen der Muskeln. Als Folgeerscheinungen erster Ordnung sind die Geflechte der Facialiszweige aufzufassen, da solche bereits bei den Prosimiern auftreten (vgl. Fig. 2, 5, 11); als Folgeerscheinungen zweiter Ordnung haben die Anastomosenbildungen des Facialis mit dem Trigeminus zu gelten, da diese erst bei den Primaten sich finden. Ein anderes günstig für die Plexusbildung wirkendes Element erblicke ich in dem Verlaufe des Ductus parotideus durch das Gesicht. Nerven, welche einmal über oder unter diesem ihre Lage eingenommen haben, müssen bei ferneren Verschiebungen durch den Drüsenausführgang festgehalten worden sein.

Meine Untersuchungen riefen nun noch eine Frage wach, welche hier Berücksichtigung finden muss. Sie lässt sich dahin formuliren: haben die Gesichtsmuskeln, so weit sie dem Gebiete des Nervus facialis zugehören, nicht an dieser oder jener Stelle ihre Vorgänger gehabt, mit welchen das Facialisgebiet in Konkurrenz trat, und welche, in letzterer unterliegend, bis auf kümmerliche Reste aus dem Organismus ausgeschaltet wurden? Einige Thatsachen sind betreffs dessen hier von einschlagender Bedeutung. Bei den Prosimiern kommt allgemein ein Muskel vor, welcher vom Unterkiefer zur knorpeligen Ohrmuschel gelangt, der trotz genauester Beachtung der Verhältnisse eine Innervation vom Facialis nicht erkennen lässt, sondern höchst wahrscheinlich seine Zweige vom motorischen Aste des Trigeminus

bezieht. Bei Chiromys durchsetzt den genannten Muskel Musculus mandibulo-auricularis) der Ramus auriculo-temporalis des Trigeminus unter Abgabe von Zweigen, welche in ihn eindringen und ihn wahrscheinlich versorgen. Außerdem konnte ich einen engeren Zusammenhang des Muskels mit dem Masseter bei Lemur melanocephalus nachweisen, so dass für mich die Ansicht mehr und mehr an Wahrscheinlichkeit gewann, dass für jenen Kaumuskel einst engere Beziehungen auch zur Ohrmuschel bestanden. Dies bleibt vorläufig ein fraglicher Punkt, welcher durch eingehendere Nachforschungen gelöst werden will. Fernerhin verlangt das zeitweilige Auftreten des Musculus stylo-auricularis beim Menschen eine Aufklärung. Dieser Muskel entspringt vom Processus styloides und gelangt zur Concha, er wird wahrscheinlich vom Glossopharyngeus versorgt und würde demgemäß in nähere Beziehung zum Musculus stylopharyngeus zu setzen sein. In wie weit von dieser Seite her Muskeln in das jetzt vom Facialis beherrschte Gebiet eingriffen, ist unbekannt. An anderen Regionen des Gesichtes sind mir derartige konkurrirende Muskeln nicht bekannt geworden. Die Ohrmuschel zeichnet sich vor jenen durch diese Gebilde aus, worin sie durch die Nachbarschaft zu vielen Muskeln und durch ihre genetische Beziehung zum Visceralskelete stets begünstigt war.

Gesichtsmuskulatur der Prosimier.

Die gesammte Gesichtsmuskulatur ist ein Differenzirungsprodukt weniger, vom Halse stammender Muskeln. Den Pfad anzugeben, welchen letztere bei den Halbaffen zurückgelegt haben, ist unsere Aufgabe. Es lassen sich zwei Ausgangspunkte nachweisen, zu denen, wie es scheint, kein gemeinsamer Weg führt. Es handelt sich um zwei Muskelgebiete, welche unter sich in keinem Zusammenhange stehen, alle übrigen Gebilde aber mit sich in engster Beziehung erkennen lassen. Die Zusammengehörigkeit beider Muskeln wird bei den Prosimiern nur noch durch die gemeinsame Innervation vom Nervus facialis bekundet; selbst bei den Beutlern besteht ein Muskelzusammenhang schon nicht mehr. Man wird zur Bestätigung desselben also auf noch niedere Wirbelthiere zurückgehen müssen. Das eine dieser Muskelgebiete begreift das Platysma in sich, das andere eine tiefere, mehr quer verlaufende Halsschicht, welche sich eben so wie das Platysma über den Kieferrand in das Gesicht erstreckt. Unsere

Darstellung beschäftigt sich in erster Linie mit dem Platysma und den, mit ihm in genetischer Beziehung angetroffenen Muskeln, in zweiter Linie mit der tieferen Halsschicht und deren Derivaten. Dabei wird so verfahren werden, dass immer die primitiven Zustände der Distrikte den Ausgangspunkt bilden, und von jenen die differenten abgeleitet werden. Die für die verschiedenen Muskelgebiete bei den untersuchten Halbaffen ungleich vorgerückten Ausbildungsgrade sollen als anatomische Thatsachen benutzt und als solche gesichtet promiscue in der einheitlichen Darstellung verwerthet werden. In der Art der Verwerthung liegt unser Urtheil nach der vergleichend-anatomischen Seite hin. In einem besonderen Abschnitte wird eine Schilderung der Verbreitung des Facialis gegeben werden.

Die Litteratur über die Gesichtsmuskeln der Halbaffen ist nicht sehr reichlich, die Beschreibungen sind meist ungenau und die Abbildungen mit wenigen Ausnahmen unbrauchbar: die Termini für die Muskeln waren aus der Anatomie des Menschen hergenommen. Darin liegt ein großer Missstand, weil die Natur der Muskeln bei den Halbaffen noch nicht klar gelegt war, man aber durch die Hinübernahme der Bezeichnungen aus der menschlichen Anatomie die Unklarheit über das Wesen der Muskeln verdeckte, denn die Termini treffen für die Prosimier häufig nicht zu. Ich hielt es desshalb für nothwendig, manchen Muskeln neue Namen beizulegen, welche nach dem Ursprunge und nach der Insertion oder nach dem Verlaufe derselben gewählt wurden und möglichst indifferenter Natur sein sollten. Auf einige Muskeln hingegen die aus der menschlichen Anatomie bekannte Terminologie anzuwenden, hielt ich für erlaubt, da zwischen den betreffenden Muskeln eine komplete Homologie vorliegt. Die meisten vorliegenden Beschreibungen beschränken sich auf nicht verwerthbare Angaben: dass der Ursprung, die Insertion und der Verlauf der Muskeln wie beim Menschen ist, dass die Muskeln kräftig oder zart sind, ist häufig das einzig Positive. Solche Angaben treffen denn auch in der Regel nicht mit dem Thatsächlichen zusammen und konnten nur wenig zur Förderung dieser Arbeit beitragen.

Durch die sorgfältige Beschreibung der Gesichtsmuskeln von Tarsius zeichnet sich indessen das Werk Burmeister's aus Beiträge zur näheren Kenntnis der Gattung Tarsius. Berlin 1846. In demselben finden sich für unsere Zwecke nützliche Angaben.

Auch bei Murie und Mivart finden sich in deren Anatomie der Lemuroiden Trans. of the Zool. Soc. Bd. VII zwar kurze, aber aufklärende Angaben über die Gesichtsmuskeln der Halbaffen.

Cuvier führt uns in seinen Abbildungen der Muskeln einiger Halbaffen die feineren und die für uns wichtigen Verhältnisse nicht vor. Trotzdem werden wir hier und da diesen Autor zu erwähnen haben. (Anat. comp., recueil de planches de myologie, dessinées par G. Cuvier ou exécutées sous ses yeux par M. Laurillard publiée sous les auspices de M. le Ministre de l'instruction publique et sous la direction de MM. Laurillard et Mercier. Paris.) Andere Arbeiten, deren Angaben von Nutzen für uns waren, sind an Ort und Stelle citirt.

I. Gebiet des Platysma myoides bei den Prosimiern.

Zuvörderst ist hier das Platysma myoides selbst zu erwähnen. Der Lage nach ist es ein M. subcutaneus colli, faciei et nuchae.

Mehrfache gemeinsame Merkmale weist dieser Muskel bei allen Prosimiern auf. Sie bestehen in Folgendem:

Das Platysma ist ein plattes ansehnliches Gebilde, seine Muskelbündel schließen sich meist dicht an einander; gegen die Insertionsstellen an der Haut lösen sie sich jedoch häufig auf und zielen dadurch auf einen größeren Reichthum an Angriffspunkten hin. Dies geschieht namentlich an der Nacken- und der Brusthaut. Die Ausbreitung des Platysma ist von der Unterkieferregion aus verfolgbar. Eine Befestigung am Kieferrande ist bei den Halbaffen nirgends zu konstatiren, vielmehr erstreckt sich der Muskel frei über den Knochen, a) aufwärts in das Gesicht, mit oberflächlichen Fasern zur Haut der Unterlippe und des Mundwinkels (Fig. 4, 6, 8), mit tiefen Fasern zur vorderen äußeren Fläche des Unterkiefers (Fig. 3, 7 und 9); b) abwärts und nach hinten zur Haut des Halses und der Brust (Fig. 6, 12) und zu der des Nackens, oft bis zum Ligam. nuchae (Fig. 6), ferner zur Ohrmuschel. Die beiderseitigen Muskeln schließen sich in der Medianlinie des Halses und des Kiefers nicht an einander, sie sind medial scharf begrenzt. Eine Durchkreuzung der Bündel beider Muskeln kommt nicht vor. Die zum Ohre gelangenden Bündel lassen sich meist vom Mundwinkel aus verfolgen und bilden dann eine Portio (Musculus) auriculo-labialis inferior (Fig. 4, 6, 8, 12). Da alle die Theile, an welchen die Platysmabündel ihr Ende finden, beweglich sind, mithin durch die Kontraktion derselben aus ihrer Lage gebracht werden können, so können wir nicht gut von einem Ursprunge und einer Insertion reden. Sobald einer der

genannten Befestigungspunkte des Platysma durch andere Muskeln fixirt wird, so wird es für das Platysma zum Punctum fixum, gewissermaßen zum Ursprunge. Die Wirkung des Muskels ist dem entsprechend eine sehr mannigfaltige. Im Herabziehen der Unterlippe und des Mundwinkels, im Bewegen des letzteren gegen das Ohr und des Ohres nach vorn, im Anziehen der Haut des Nackens, der Brust und des Halses nach dem Kiefer hin tritt die Wirkungsweise des Platysma zu Tage. — Nur da, wo die tiefen Muskelbündel zur Außenfläche des Kiefers und zum fixirten Nackenbande treten, kann man im funktionellen Sinne Ursprünge des Platysma annehmen, da diese Theile keine oder kaum eine Lageveränderung durch Kontraktionen eingehen werden.

In diesen gemeinsamen Merkmalen bestehen nun bei den einzelnen Prosimiern Schwankungen.

Verschiedenheiten höheren Grades zeigen sich am Platysma in Bezug auf den Zusammenhang mit benachbarten Muskeln ausgebildet, welcher entweder an ein und derselben Stelle bei verschiedenen Thieren nachweisbar ist, oder an einzelnen nicht mehr besteht. Der Zusammenhang stellt das primitive Verhalten dar, die Nichtexistenz desselben setzt daher diesen voraus. Eine genetische Zusammengehörigkeit des Platysma mit Nachbargebilden wird nachweisbar:

1) im Gesicht durch oberflächliche Fasern mit dem Musculus auriculo-labialis superior, durch tiefe mit dem Musculus mentalis;

2) am Ohre. Vorn hängt das Platysma mit dem Musculus tragoantitragicus durch den Auriculo-labialis inferior, hinten mit dem Musc. auriculo-occipitalis zusammen.

Betrachten wir zunächst diese Verhältnisse etwas genauer.

Die mächtige Entfaltung des Platysma myoides über Hals und Nacken stellt für die Prosimier einen vererbten Zustand dar. Aus ihm nur ist der primitive Zusammenhang mit dem Auriculo-occipitalis ableitbar; die geringeren Grade der Entfaltung entsprechen einer Rückbildung.

In der distalen Ausdehnung des Platysma über Hals und Brust steht Chiromys madagascariensis den übrigen Halbaffen voran (vgl. Fig. 11 u. 15). Owen (Trans. of the Zool. Soc. of London Vol. V pag. 57) giebt vom Platyma nur an, dass es sich über die vorderen und seitlichen Muskeln des Halses lagert und auf die Seitenfläche des Unterkiefers sich erstreckt. Die beiderseitigen Muskeln bleiben hier in der Mitte dicht unter dem Kiefer circa 2 cm von einander entfernt, während sie auf dem Brustbeine bis auf wenige Millimeter sich an einander

schließen. Auf der Clavicula lösen sich die Bündel des Platysma auf und endigen an der Haut in der Gegend der ersten Rippe. Am Mittelstück der Clavicula befestigen sich einige tiefere Fasern an dem betreffenden Knochen (Fig. 12 *x*). Allmählich gewinnen lateralwärts die Bündel einen bogenförmigen Verlauf, mit aufwärts konkavem Rande: sie gelangen über die Portio akromialis claviculae und den lateralen Rand des Cucullaris in die Nackenregion, in welcher sie längs einer, etwa vom Akromion zum Ohre gehenden Linie an die Haut sich inseriren, mithin weit von der Medianlinie des Nackens entfernt bleiben. Die proximalen Bündel indessen verlaufen nahe und unter der Ohrmuschel fast quer bis zum Ligamentum nuchae und zum Occipitale. Sie hängen hier mit dem Musculus auriculo-occipitalis innig zusammen (Fig. 11 und 15).

Die Brustinsertionen sind bei den anderen untersuchten Formen nicht in der Weise wie bei Chiromys ausgebildet: bei Varecia (Fig. 1) und Avahis (Fig. 4) endigt das Platysma, verkürzt in der Ausdehnung, bereits in der Haut des Halses, ohne die Clavicula zu erreichen, während bei Lepilemur mustel. Fig. 6), Lemur nigrifrons und Propithecus diadema (Fig. 8) der Muskel distal am Halse lateralwärts ausweicht, so dass sein medialer Rand erst nahe dem Akromion an der Haut Insertion findet. Das sind Reduktionserscheinungen gegenüber den Zuständen bei Chiromys. In der Schulter- und Nackenregion jedoch erweist sich das Platysma bei Chiromys im Vergleiche mit den anderen Prosimiern rückgebildet. Die prächtigste Entwicklung findet sich bei Lepilemur mustelinus. Das Platysma gelangt hier zum Akromion und zur Spina scapulae (Fig. 6), weiter aufwärts inseriren dann oberflächliche Fasern in der Nackenhaut unweit der Medianlinie, während die tieferen Bündel in einheitlicher Lage, vom fünften Cervikalwirbel an zum Ligam. nuchae, aufwärts bis zur Crista occipitalis externa gelangen. Am Hinterhaupte ist in gleicher Weise wie bei Chiromys der Zusammenhang mit dem Auriculo-occipitalis bewahrt geblieben. Die Nackeninsertionen bei Chiromys entsprechen den oberflächlichen Bündeln bei Lepilemur. An letzteren schließt sich ganz unmittelbar Lemur nigrifrons durch die Scapularinsertionen und durch das Verhalten der oberflächlichen und der tiefen Nackenbündel an. Auch bei Tarsius gelangt das Platysma zum Nackenbande und zum Occipitale. Das war auch Burmeister bekannt: nach ihm gehen die Hauptfasern vom Mundwinkel gerade nach hinten zum Nacken und setzen sich an das Ligam. nuchae, während andere von der Ecke des Mundes unter

dem Ohr zum Hinterkopfe hinaufsteigend sich hier ausbreiten. Eine Rückbildung dieser Einrichtung leitet sich durch das Fehlen der tiefen, zur Medianlinie gehenden Nackenfasern bei Chiromys ein und schreitet fort bei Propithecus Fig. 8 . Lemur melanocephalus. Varecia und Avahis (Fig. 1 und 4 . Allen diesen fehlen erstens die tiefen Fasern zum Nackenbande: zweitens aber haben sich auch die, bei Chiromys noch vorhandenen, zur Hinterhauptregion gelangenden Theile rückgebildet. Dadurch ist die Einheitlichkeit mit dem M. auriculo-occipitalis aufgegeben, und die Bündel endigen unter der Ohrmuschel, mehr oder weniger weit von der Nackenmitte entfernt, in der Haut. Avahis und Varecia stehen hierin am tiefsten (Fig. 1 und 4 : denn das Platysma endigt schon bei ihnen etwa in einer vom Akromion zum Ohre gehenden Linie, während bei Propithecus auch dessen distale Theile noch weiter nach hinten sich erstrecken vgl. Fig. 8 .

Die Ausbreitung und die Befestigung des Muskels am Gesicht gestaltet sich bei den Halbaffen verschiedenartig nach Art des Zusammenhanges seiner Bündel unter sich und mit anderen Gebilden. Den ursprünglichsten, darauf bezüglichen Zustand finden wir bei Lepilemur mustel., Lemur nigrifr., Lemur melanocephalus. Avahis laniger, Varecia, Tarsius spectr. erhalten, während Propithecus und Chiromys Weiterbildungen aufweisen. Alle stimmen darin überein, dass der Muskel vom Halse und Nacken frei über den Kieferrand direkt zur Unterlippe und zum Mundwinkel gelangt. Seine Bündel befestigen sich an der Unterlippenhaut in einiger Entfernung vom Lippenrande und nahe dem Mundwinkel. Außerdem gelangen tiefere Fasern zu den Follikeln der Wangenhaare. Die medialen Halsbündel sind bis zur Lippe verfolgbar, wo sie, mit Ausnahme bei Lepilemur mustel., die Mittellinie des Kinnes und der Lippe nicht erreichen. Bei diesem zweigen sich am Kinnrande des Kiefers wenige Fasern zur Mittellinie hin ab (Fig. 6). Die Mundwinkelbündel des Platysma bestehen nur z. Th. aus den proximalen, unter der Ohrmuschel hinwegziehenden Theilen: denn an sie schließen sich aufwärts solche an, welche in querer Verlaufsrichtung zum Ohre gelangen, mehr oder weniger weit von ihm entfernt vom Platysma sich losgelöst erweisen, an der knorpeligen Aurikel aber sich befestigen. Sie stellen einen Musculus auriculo-labialis inferior dar: bei Avahis lan. Fig. 4 und bei Tarsius ist der gemeinsame Verlauf mit dem Platysma fast bis zum Ohre verfolgbar, die Lostrennung erfolgt bei den anderen in verschiedenem Grade. Bei Lepilemur (Fig. 6 ist der Zusammenhang des Auriculo-labialis inf. mit dem Platysma nur noch etwas

über die Mitte zwischen Ohr und Mundwinkel erhalten. Bei Propithecus (Fig. 8) erfolgte die Unterbrechung in einer Entfernung von circa 2,5 cm vom Ohre, zwischen beiden Portionen aber haben sich bereits intermediäre, frei auslaufende Platysmabündel ausgebildet, die als aberrirende, mehr oder weniger selbständige betrachtet werden können. Bei Tarsius zeichnet sich der Musc. auriculo-labialis inf. durch seine relativ sehr mächtige Entfaltung aus, dessgl. bei Propithecus, während er bei den übrigen zu einem schlanken Strange umgebildet ist. Chiromys nimmt eine Sonderstellung ein; denn bei ihm erreichen die proximalen Platysmaabschnitte gar nicht mehr den Mundwinkel, sondern verlaufen, wie dies die Fig. 12 veranschaulicht, auf dem Masseter bis zu dessen vorderem Rande und endigen auf der Wange. Hier befestigt sich dann auch der ziemlich kräftige, zum Ohre verlaufende Muskeltheil mit zarten Bündeln, z. Th. im Anschlusse an das Platysma, z. Th. von letzterem überlagert. Der Mangel der Mundwinkelportion des Platysma bei Chiromys kam durch Rückbildung zu Stande. Chiromys zeigt eine Weiterbildung, von ihm dürfen nicht die Zustände der anderen Halbaffen abgeleitet werden. Der Muskel verdient bei Chiromys nicht mehr den Namen eines Auriculo-labialis, man mag ihn Platysma-Auricularis benennen.

Der als Auriculo-labialis inferior bezeichnete Platysmatheil bietet auf der Ohrmuschel Anschluss an den Musculus trago-antitragicus und nahe der Lippenspalte an den Muscul. auriculo-labialis superior. Näheres darüber später.

Das Platysma aller Prosimier lässt auf dem Unterkiefer tiefe Bündel sich ablösen, welche zum Skelete gehen. Sie sind in ihrer Stärke unbeständig. Die Insertion findet nahe der Schleimhaut am Knochen statt, meist am Jugum alveolare des Eckzahnes. Bei Lepilemur mustel. und bei Lemur nigrifr. (Fig. 7) ist das tiefe Platysmabündel am kräftigsten, es hat bei Letzterem eine größere Selbständigkeit durch Kontinuitätstrennung der Bündel erreicht. Bei Beiden inseriren sich die Muskelfasern dicht neben dem Ursprunge des Musc. mentalis: Platysma und Mentalis lehnen sich hier so unmittelbar an einander, dass ihre Einheitlichkeit noch in schönster Weise ausgeprägt bleibt, namentlich durch die eingeleitete Kontinuitätstrennung der Platysmabündel bei Lemur (Fig. 7). Wir konstatiren hiermit also den Zusammenhang des Platysma mit einem vierten Muskel, dem Mentalis. Ähnliches wie bei Lemur nigrifrons findet sich bei Varecia: ein kräftiges Bündel des Platysma geht über den Kieferrand zum Knochen, es lehnt sich an die lateralen Theile des nahe der Schleim-

haut entspringenden Mentalis unmittelbar an (Fig. 3). Bei Propithecus ist die betreffende Platysmaportion zarter, behält aber eine gleiche Beziehung zum Mentalis (Fig. 9). Chiromys (Fig. 12 und 13) zeigt auch hier Weiterbildungen des Mentalis, die eine Reduktion der zum Kiefer gehenden Platysmatheile im Gefolge haben; denn nur wenige zarte Fasern des Platysma wenden sich strahlenförmig gegen den Alveolartheil des Unterkiefers, ohne ihn jedoch zu erreichen. Die lateralen Mentalisbündel indessen laufen dem Platysma entgegen, kreuzen dessen Muskelzüge und erscheinen ganz wie die tiefen zum Kiefer gehenden Platysmatheile der anderen Prosimier, welche bei Chiromys vom Platysma sich völlig abspalteten, was bei Lemur nigrifr. nur angedeutet war. Dadurch ist der Mentalis bei Chiromys ein ganz selbständiger Muskel geworden, dessen einstmalige Zugehörigkeit zum Platysma nur noch durch seine lateralen, aberrirenden Fasern veranschaulicht ist.

Bei Lemur melanoceph. ist der Zusammenhang des Platysma mit dem Mentalis gänzlich verloren gegangen. Der Mentalis ist kräftig und ganz selbständig.

Von Lemur nigrifrons ist noch ein, nur hier beobachtetes Verhalten des Platysma zu bemerken. Auf Fig. 7 ist zu sehen, wie ein tiefes Bündel Theile zum Unterkiefer entsendet und sich dann an den Sphincter oris anlehnt, um, durchsetzt von den Labialdrüsen, an der Unterlippenschleimhaut zu endigen. Ob der thatsächlich hier stattfindende Zusammenhang des Platysma mit dem Sphincter ein primärer oder ein sekundärer ist, kann aus diesem allein dastehenden Faktum nicht entschieden werden. Andere Thatsachen sprechen für die sekundäre Natur des Zusammenhanges.

Wir wenden uns nun zu den vier Muskelgebieten, welche mit dem Platysma hier vereinigt, dort von ihm getrennt gefunden werden, aber von ihm ableitbar sind.

1) Musculus auriculo-occipitalis. Durch Kombination der mannigfachen, bei den Prosimiern sich darbietenden, Zustände in diesem Muskelgebiete wird es möglich, eine Anordnung der Muskeln zu konstruiren, welche als eine ursprüngliche gelten darf, durch deren Umgestaltung alles Thatsächliche hervorging. Es ließ sich folgende Vorstellung gewinnen: Der Auriculo-occipitalis entsprang, aufwärts von den Nackeninsertionen des Platysma, vom Ligam. nuchae und dehnte sich bis zur Protuberantia occipitalis ext. aus. In diesem Zustande war er nur ein Theil des Platysma. Durch die Rückbildung der Nackenfasern des Platysma wird der Auriculo-occipitalis

abgetrennt, selbständig (siehe oben). Durch die Ausdehnung seiner Bündel nach unten über etwa noch erhaltene Nackenfasern des Platysma kann die Einheitlichkeit beider mehr und mehr verwischt werden. Durch die Befestigung tiefer Theile des Auriculo-occipitalis an der Linea nuchae superior und durch deren laterale Ausdehnung an dieser Knochenleiste kommt es zu einer Schichtenbildung. Dabei bleibt die Occipitalportion die oberflächliche, den Ursprung von der Mittellinie bewahrend; während die Auricularportion, in der Tiefe gelagert, die Hauptursprungstheile von der Linea nuchae bezieht. Anfangs, als der Auriculo-occipitalis einheitlich entsprang, bildete er auch eine einheitliche Muskellage; diese erstreckte sich zur Ohrmuschel und weiter auf deren hintere Fläche, dann in der Occipitalregion aufwärts gegen den Scheitel, wo sie in einer beweglichen Bindegewebsmembran endigte. Mit der Schichtenbildung der Muskelplatte ging eine Zerspaltung des Muskels einher, welche den Occipital- und den Auricularthеil schärfer hervortreten ließ. Dadurch, dass an der Ohrmuschel Anheftungen in verschiedener Weise erfolgten, entstanden erstens Muskeln, welche vom Knochen (Crista occip. und Linea nuchae sup.) zur Auricula gehen, und zweitens solche, welche auf der hinteren Ohrmuschelfläche als mehr oder weniger selbständige Gebilde zu lagern kommen. Zur Erläuterung dieser Auffassungsweise diene die Vorführung des Thatsächlichen.

Bei dem untersuchten Varecia-Embryo tritt uns der Auriculo-occipitalis noch einheitlich entgegen. Der Occipitaltheil wird nur durch seine Insertion oberhalb des Ohres vom Auricularthеile unterscheidbar, er entspringt gemeinschaftlich mit dem letzteren von der Linea nuchae sup. und von der Crista occipitalis externa. Die Auricularportion bildet den lateralen Antheil des Muskels. Ein zweiter Theil bildet als M. auricularis posterior im Ursprunge eine tiefere Lage, er kommt von der Crista occip. her und ist hier vom oberflächlichen Auriculo-occipitalis bedeckt. Der oberflächliche Auriculo-occipitalis hat sich längs der Linea nuchae lateralwärts ausgedehnt, und auf diese Weise kommt nahe dem Ursprunge eine Kreuzung der Bündel beider Schichten zu Stande. In dem Ursprunge der tiefen Auricularportion (Auric. post.) nahe der Medianlinie (Crista occipitalis) liegt ein primitiver Zustand. In der Art des Ursprunges des Muskels bei anderen Formen ist eine Umbildung ausgesprochen, welche bei Varecia angedeutet ist. Der Auricularis (posterior) entsteht nämlich mittels einer flachen Sehne am Knochen: diese erstreckt sich längs der Linea nuchae sup., ihr fest adhärent, eine

Strecke weit nach außen, um dann erst in den Muskel überzugehen. Denkt man sich diese flache Ursprungssehne durch Verschmelzen mit dem Periost als Sehne rückgebildet, so ist der Muskelursprung lateral von der Crista auf die Linea nuchae sup. verlegt. Dies ist bei vielen Halbaffen verwirklicht, während Chiromys siehe unten die Mitte hält. Im Verlaufe gegen das Ohr spaltet sich bei Varecia und bei den anderen Halbaffen die tiefe Auricularisportion in zwei Bündel; das eine befestigt sich am knorpeligen Gehörgange und entsendet bei Varecia Fasern zum Platysma; das andere kräftigere gelangt zur Eminentia conchae. Der oberflächliche Auriculo-occipitalis inserirt sich an der Eminentia fossae triangularis, als Occipitalis strahlt er von hier aufwärts zur beweglichen, den Scheitel bedeckenden, Bindegewebsmembran aus. Sehnige Züge weist dieselbe nirgends auf. Die ganze hintere Ohrmuschelfläche ist von platten Muskelzügen bedeckt, welche an den Insertionsstellen der Auricularisportion an der Aurikel in diesen übergehen, indess die zwischen den Insertionsstellen gelagerten Ohrmuschelmuskeln selbständiger geworden sind.

Die übrigen Prosimier stimmen im Wesentlichen unter sich überein, differiren aber vom Verhalten beim Varecia-Embryo dadurch, dass sich die tiefe Auricularisportion durch den Ursprung von der Nackenlinie selbständiger machte. In der Regel findet der im Verlaufe gespaltene Auricularttheil an vier Stellen Insertionen. Lemur melanocephalus erweist sich noch in so fern beachtenswerth, als ein Rest der bei Varecia geschilderten Sehne sich erhielt. Sie geht von der Crista occipitalis aus in die Fasern des an der Nackenlinie, weit entfernt von der Medianlinie entspringenden, Auricularis posterior über, welcher an der Eminentia conchae sein Ende findet. Bei Lepilemur und bei Anderen ist die tiefe Auricularisportion im Ursprunge von der Linea nuchae ganz selbständig geworden, und nur die zur Eminentia fossae triangularis gelangende Portion ist noch aufs innigste mit dem Occipitaltheil vereinigt geblieben. Dieser gemeinsame Auriculo-occipitalis dehnte sich nach unten am Nackenbande aus und büßte, ähnlich wie bei Chiromys, seinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Platysma ein. Die geringen Abweichungen bei den anderen Halbaffen können unberücksichtigt bleiben; jedoch führe ich noch den genauen Thatbestand im Auriculo-occipital-Gebiete bei Chiromys madagascariensis vor, um an der Hand von Abbildungen Fig. 11 und 15 ein letztes Belegstück für die vorgetragenen Anschauungen zu geben. Unverkennbar sind die Übereinstimmungen mit dem Verhalten bei den anderen Prosimiern, un-

verkennbar die primitive Stellung, welche Chiromys in vielen Punkten einnimmt.

Chiromys madagascariensis. An die Platysmabündel, welche aus der Parotisregion unter der Ohrmuschel (Fig. 12) zum Nackenbande sich ausdehnen, reiht sich der Musculus auriculo-occipitalis unmittelbar an. Das Platysma theilt sich hinten in drei Portionen (Fig. 11, 15); die eine von ihnen bedeckt den Auriculo-occipitalis, die zweite ist von letzterem bedeckt, die dritte aber befindet sich abwärts im Anschlusse an den Auriculo-occipitalis, welcher sich also mit dieser dritten Portion gewissermaßen zwischen die zwei anderen abwärts am Ligam. nuchae ausgedehnt hat. Die Muskulatur hinter dem Ohre ist bei Chiromys gleich wie bei den anderen Halbaffen in zwei Schichten zerfallen. Die oberflächliche bildet den Musculus auriculo-occipitalis (Fig. 15), die tiefe den Musc. auricularis posterior (Fig. 11). Der Auriculo-occipitalis entsteht an der Crista occipitalis ext. und am Nackenbande in einer Ausdehnung von circa 2 cm. Die Muskelplatte ist Anfangs einheitlich, und einheitlich gelangt die Occipitalportion zur Insertion, während an der Ohrportion Spaltungen aufgetreten sind. Drei Bündel befestigen sich von einander getrennt an der Ohrmuschel, bleiben dabei aber alle in einer Ebene. Die oberste ist mit dem Occipitaltheile innig vereinigt, eine mittlere zarte stellt die Brücke zwischen der oberen und der unteren her, denn sie bezieht von Beiden Fasern, welche an der Ohrmuschel sich vereinigen. Die obere und mittlere Portion befestigen sich an der hinteren Fläche der Helix und an der Eminentia fossae triangularis, die untere am oberen Theile der Eminentia conchae. Letztere ist die kräftigste und hängt auf das innigste mit dem tiefen Auricularis posterior zusammen, welcher an derselben Stelle sich inserirt und an der Insertion zur Verbreiterung der unteren Portion beiträgt. Nahe dem Ursprunge in der Medianlinie kreuzen sich die oberflächlichen und tiefen Bündel. Dies kam durch das Abwärtsrücken des oberflächlichen Auriculo-occipitalis am Ligam. nuchae zu Stande. Mit der unteren der drei oberflächlichen Portionen hat sich der Zusammenhang mit den, auf der Ohrmuschel selbst befindlichen, Muskeln erhalten; diese erscheinen hier als direkte Fortsetzung jener. Muskelfasern beider gehen in einander über. Die Unterbrechungen entstanden durch Festheftung an der Aurikel. Es liegt hier also eine Kontinuitätstrennung eines Muskels vor. Der Occipitaltheil schließt sich der oberen Ohrinsertion an und gelangt auf dem Parietale an der auf dem Kopfe verschiebbaren, von Muskeln

überlagerten, Bindegewebsmembran zur Insertion. Die beiderseitigen Muskeln berühren sich am Ursprunge, bleiben aber weiter aufwärts von einander entfernt: die Bündel divergiren nach der Insertion hin, an welcher der Musculus auricularis superior mit seinem hinteren scharfen Randtheile den Occipitalis bedeckt Fig. 15 . Am Ohre inserirt sich die obere Ohrportion des Auriculo-occip. gemeinsam mit dem Auricularis superior. So innig hier auch der Zusammenhang der beiden letzten Muskeln erscheinen mag, so darf er doch nur als ein erworbener aufgefasst werden, da die Innervation und andere Gründe die Muskeln in ganz verschiedene Gebiete verweisen. Von einer Sehnenhaube ist bei Chiromys wegen der weiten Ausdehnung des Auricularis superior natürlich nichts erkennbar. Man kann hier eher von einer Muskelhaube reden, da in der That das ganze Schädeldach von Muskulatur bedeckt ist.

Die tiefere Muskelschicht, der Auricularis posterior, besteht aus drei Bündeln, welche im Ursprunge von der Protuberantia occipitalis und der Nackenfascie ihre Zusammengehörigkeit auf das Unzweideutigste bewahrten (vgl. Fig. 11). Das obere, kräftigste und längste Bündel vereinigt sich in der angegebenen Weise an der Ohrmuschel mit der oberflächlichen Schicht und ist Anfangs von dieser bedeckt. Auch an ihm sind Übergänge zur Muskulatur auf der Ohrmuschel wahrnehmbar. Die beiden anderen Bündel inseriren sich an der hinteren Fläche des knorpeligen Gehörganges und der Concha. Sie liegen in verschiedenen Ebenen. Die zweite, mittlere Portion bleibt mit den Insertionsfasern von der Muskulatur auf der Ormuschel nur eine kleine Strecke weit entfernt, aber ohne irgend welche Übergangsfasern aufzuweisen. So ist hier der Zusammenhang aufgegeben, welcher dem oberen Bündel noch eigen ist.

Die vorgeführten Thatsachen bei Chiromys erhalten weiteres Interesse, da wir aus ihnen lernen, dass die Längsspaltung der, Anfangs unzweifelhaft sich an einander schließenden Insertionsbündel am Ohre durch eine mächtige Verbreiterung der Ohrmuschel eingeleitet sein muss und nur durch Rückbildung von Zwischenpartien entstanden sein kann. Die einheitliche Muskelplatte hatte an der Ohrmuschel bestimmte Ansatzpunkte erworben, welche unter Ausdehnung jener sich von einander entfernen mussten. Beweis dafür liefert die zarte Verbindungsportion zwischen dem oberen und unteren Bündel der oberflächlichen Auricularportion. Die ganz allmählich von der Mittellinie aus vor sich gehende Spaltung der Muskelplatte lässt, wie ich glaube, gerechter Weise die Meinung nicht aufkommen, dass hier Theile zu

Grunde gingen. Nach Art dieser hier noch nachweisbaren Spaltungsursache durch Auseinanderwachsen der Insertionsstellen mögen wohl auch die weiter vorgeschrittenen Trennungen der tiefen Muskeln angebahnt und ausgebildet worden sein. Bei allen Halbaffen ist die Muskeltrennung in den unteren und tieferen Theilen weiter fortgeschritten als an den höher gelegenen und oberflächlichen. Bei allen ist der unmittelbare Zusammenhang der Ohr- und der Hinterhauptsportion noch erhalten.

Während die Insertionstheile des Auricularis durch das Wachsthum der Ohrmuschel in mehr oder weniger selbständige Theile zerlegt wurden, haben die auf die hintere Ohrmuschelfläche fortgesetzten Muskelzüge mit der Ohrmuschel und auf ihr sich entfaltet und ausgebildet. Ihres stellenweise erhaltenen Überganges in den Auricularis wurde Erwähnung gethan. Wir finden auf der hinteren Fläche der knorpeligen Ohrmuschel eine Muskelplatte, welche sich von den Auricularisinsertionen über die Ohrmuschel fast bis zu deren konvexem Rande ausbreitet (Fig. 11). Sie ist durch vier, von oben nach unten gehende, sehnige Streifen und durch gleichzeitige Längsspaltung in eine sehr große Reihe von Muskelchen zerlegt, welche hier und da in einander übergehen und, peripher zarter werdend, kaum erkennbare Züge darstellen. Diese kleinen Zwischensehnen sind innig der knorpeligen Ohrmuschel adhärent, so dass jedes Muskelchen selbständig wirkend gedacht werden kann. Die kräftigsten Bündel der zergliederten Platte erhielten sich nahe des Zusammenhanges mit dem Musculus auricularis posterior. Die Zergliederung selbst darf nicht als Rückbildungserscheinung aufgefasst werden, vielmehr steht sie im engsten Konnexe mit der Funktion des Muskels. Dieser trägt an allen Stellen zur Erhaltung der Wölbung der Ohrmuschel bei. Ein ungegliederter Muskel an der gleichen Fläche mit einem Ursprunge und mit einer Insertion müsste bei der Kontraktion die große hintere Ohrmuschelfläche einbiegen, aber nicht aufrichten. Eine andere Wirkung ist dem vielgliedrigen M. auricularis (proprius) der Halbaffen noch zuzuschreiben, welche Bartlett (Proc. Zool. Soc. 1863) am lebenden Galago monteiri und Murie und Mivart am Galago garnettii (l. c. pag. 14 und Fig. 4 der Taf. II) beobachteten. Sie besteht darin, dass die Thiere ihre Ohrmuschel von der Spitze zur Concha hin zusammenzuziehen, zu verkürzen vermögen, wobei die Haut der äußeren Ohrfläche in Querfalten sich deutlich abhebt. Diese Wirkung möchte ich nicht, wie es Murie und Mivart thun, dem Retrahens (Auricularis posterior) und dem Attollens aurem, sondern hauptsächlich dem, auf die Ohrmuschelfläche fort-

gesetzten, funktionell selbständigen Auricularis zuschreiben, welchen die Autoren als die, auf die Rückenfläche des Ohres fortgesetzte, Retrahensportion aufführen. Die ganze Einrichtung ist ein Beitrag zur funktionellen, gegenseitigen Anpassung der Theile im Organismus.

Bei Chiromys befinden sich noch zwei kleine Muskeln auf der hinteren Ohrmuschelfläche, welche ganz selbständig geworden sind, so dass ihre Abstammung nicht mehr erkennbar ist. Sie müssen also auch als separate Gebilde aufgezählt werden. Bei anderen Halbaffen habe ich sie nicht nachweisen können. Der eine von ihnen (Fig. 15 *m*) überbrückt mit, von oben nach unten ziehenden, Bündeln eine Längsfurche am unteren Abschnitte der hinteren Ohrmuschelfläche. Der Muskel erscheint dreieckig mit nach außen befindlicher Spitze, mit nach innen gekehrter scharf begrenzter Basis. Der andere Muskel umzieht im Halbkreise den knorpeligen Gehörgang nahe dessen Anheftung an das knöcherne Ohr. Auf Fig. 15 (*n*) ist ein Theil dieses Muskels sichtbar, welcher vielleicht zum vorderen Gebiete, zum Trago-Antitragicus gehört.

Burmeister beschreibt bei Tarsius als ganz getrennte Gebilde den M. occipitalis und die Mm. retrahentes auriculae, von letzteren giebt er auch eine Abbildung. Des Zusammenhanges aller geschieht keine Erwähnung. Vier Retrahentes werden aufgeführt; das sind die vier Portionen der Portio auricularis, welche bei allen Halbaffen getrennt an der Ohrmuschel sich inseriren. Bei Tarsius entsteht nach Burmeister der kräftigste Retrahens von der oberen Seite des Nackenbandes, der Mittellinie des Occipitale und von dem hintersten Theile der Pfeilnaht, die drei anderen entspringen neben einander von der Lambdanaht. Aus der Abbildung entnehmen wir die Einheitlichkeit aller vier. Der erste ist derjenige, welcher mit dem Occipitalis eine Muskellage repräsentirt. — Die Anordnung des Retrahens aurem bei Galago crassicaudat. ist nach Murie und Mivart ähnlich der, wie sie Burmeister bei Tarsius beschrieb.

2) Muskeln am Ohre, welche vom Platysma, speciell von dem Musculus auriculo-labialis inferior abzuleiten sind. Um die äußere Öffnung des Ohres gruppiren sich vielerlei kleine Muskeln, welche verschiedener Herkunft sind. Vom Auriculo-labialis inferior leitet sich ein platter Muskel ab, welcher, auf der Außenfläche des Tragus und des Antitragus gelagert, in wohl entfaltetem Zustande eine Art Orbicularis auriculae[1] darstellt. Er fasst in sich die Musculi tragicus et antitragicus des Menschen. Ein Zusammenhang des Platysma mit jenen Gebilden, durch den Auriculo-labialis inferior vermittelt, ist bei allen Prosimiern irgend wo erhalten geblieben. Keine der aufgefundenen Thatsachen entspricht

[1] Der Faserverlauf ist dem Namen des Muskels nicht ganz entsprechend, da er keinen geschlossenen Kreis beschreibt.

bei den noch jetzt lebenden Prosimiern einem Zustande, von welchem wir als von einem »primitiven« die anderen ohne Weiteres ableiten können. So ist es auch hier erschwert, zwischen Rückbildung und Ursprünglichkeit zu unterscheiden. Aber aus dem Vergleiche aller verschiedenartigen Thatsachen unter einander geht hervor, dass der ursprüngliche Zustand ein solcher war, in welchem ein breiter Platysmastreif sich auf die vordere Ohrmuschelfläche, ähnlich wie dies auf der hinteren nachzuweisen war, Anfangs nur auflagerte, später mit ihr sich inniger verband, und dass schließlich unter Rückbildung der bis zur Ohrmuschel ziehenden Platysmastrecken die einmal auf ihr befindlichen Theile sich dadurch mehr und mehr von ihrem Mutterboden loslösten, um dann selbständige Umwandlungen einzugehen. Hieraus erklären sich die Thatsachen: bei Chiromys (Fig. 12) befestigt sich der Ohrmuscheltheil des Platysma mit den hauptsächlichsten oberen Fasern am vorderen Rande der Incisura intertragica, während die unteren unmittelbar in den sog. Orbicularis auriculae nach hinten sich fortsetzen und dessen oberen Abschnitt bilden. Die Incisur ist durch eine sich erhebende Knorpelspange zweigetheilt, von welcher über den hinteren Einschnitt Muskelzüge zum Antitragus gehen. Sie liegen in der Fortsetzung des am vorderen Rande der Incisur endigenden Platysma und schließen sich den, vom letzteren stammenden, oberen Bündeln des M. trago-antitragicus an. Hierdurch sind sie selbst als losgelöste Platysmabestandtheile erkennbar. Auf dem Antitragus, bis zu dessen oberem Rande, reihen sich andere Muskelfasern an, von deren Herkunft dasselbe gilt. An die vom Platysma nachweislich abstammenden Bündel folgt nach unten der eigentliche Orbicularis auriculae als kräftige Muskelplatte, welche nach hinten bis zur Incisura helicis gelangt, von hier über den Antitragus nach vorn verläuft. Indem die oberen Fasern unter dem Platysma-Auricularis aufwärts aberriren, kommen sie auf den Tragus zu liegen. Die unteren Bündel dehnen sich bis auf die hintere Ohrmuschelfläche aus. Einige von ihnen, auf Fig. 12 sichtbar, gelangen aber nach vorn unter das Platysma und endigen auf der Parotisfascie. Auch diese Bündel rechne ich dem Platysma zu und halte sie für Urkunden eines ursprünglichen Zusammenhanges von Platysma und Trago-antitragicus. Die unteren Randbündel des auf die hintere Fläche reichenden Muskels gelangen an der Incisura helicis wieder auf die vordere Fläche, hinter der Insertion der oberen Bündel bis zum oberen Rande des Tragus. Aus dem ganzen Verhalten leuchtet die Zusammengehörigkeit des Platysma mit dem Trago-antitragicus ohne

Weiteres hervor, zugleich die Entstehung der Pars tragica aus der Pars antitragica durch Aberration der Fasern nach oben.

Lepilemur (Fig. 6) reiht sich an Chiromys dadurch an, dass der Auriculo-labialis inferior ebenfalls längs des Randes der Incisura intertragica bis zur Incisura helicis als oberer Theil des Trago-antitragicus verläuft. Etwas einfacher ist der Zustand in so fern, als der Muskel auf dem Antitragus keine losgelösten Bündel mehr über sich hat, wie dies bei Chiromys der Fall war. Der eigentliche M. trago-antitrag. auriculae umhüllt gewissermaßen die Concha auriculae. Hinten endigen die Fasern an der Incisura helicis und biegen weiter unten von hier aus auf die hintere Fläche um, an der Eminentia conchae lateral von den Retrahentes sich inserirend. Vorn läuft er unter dem Auriculo-labialis inferior aufwärts aus. Ein starkes Bündel gelangt bis zur Spina helicis. Dadurch verdient der ganze Muskel, in höherem Grade ein Orbicularis auriculae zu heißen. Seine Wirkung kann aber nicht einfach auf Verengerung, Zusammenschnüren des äußeren Gehörganges hinzielen, da die zur Spina helicis gehende Portion wohl eine Annäherung der Helix zur Concha, der eigentliche Muskel aber eine Streckung der unteren Conchalwand hervorbringen muss. Auch bei anderen Prosimiern kommt ein der Spinalportion ähnlicher Muskel vor, welcher aber eine andere Entstehung hat als wie bei Lepilemur. Bei diesem Thiere beobachtete ich genau den Übergang der Spinalportion in den Trago-antitragicus und fühlte mich aus diesem Grunde berechtigt, Beide zusammenzustellen. Bei Varecia inserirt sich der Auriculo-labialis nahe der Incisura intertragica. Die Bündel der auf dem Antitragus gelagerten zarten Muskellage liegen in der Verlängerung des erstgenannten Muskels und sind in eine dünne Muskelplatte auf den Tragus hin verfolgbar, welche bei anderen Halbaffen fehlen kann. In diesem Punkte stimmen Propithecus und Avahis laniger mit einander überein. Bei beiden Thieren inserirt sich der Auriculo-labialis inferior am Rande der tiefsten Stelle der Incisura intertragica. In unmittelbarer Fortsetzung von hier nach hinten schließt eine Muskelplatte sich an, deren Ausdehnung auf den Antitragus und den hinteren Abschnitt der äußeren Conchalfläche sich beschränkt (Fig. 8). Bei Propithecus erscheint durch Anheftung an der knorpeligen Ohrmuschel eine einfache Kontinuitätstrennung des Platysma vorzuliegen. Ob diesem Zustande ein höher entfalteter, jetzt rückgebildeter vorausging, vermag ich an der Hand der vorliegenden Thatsachen nicht zu entscheiden. Wahrscheinlich ist es indessen, dass bei allen Prosimiern auch eine

auf dem Tragus befindliche Portion ausgebildet war. Bei Tarsius spectr. führt Burmeister einen M. antitragus auf, welcher sich wohl nur dadurch auszeichnet, dass er hinter der Incisura helicis auch auf die hintere Fläche der Concha übergreift, wie dies z. B. bei Lepilemur der Fall ist. Man darf den Muskel nicht, wie Burmeister es thut, einfach als einen Verengerer des Ohreinganges betrachten, da durch seine Kontraktionen nur eine Streckung der unteren Conchafläche erfolgen kann, welche eher eine Erweiterung des Ohreinganges mit sich führen muss. Desswegen scheute ich mich, den Muskel einen Sphincter auriculae zu nennen.

3) Wir wenden uns nunmehr zu den Beziehungen, welche das Platysma in seinen tiefen Schichten mit dem Kinnmuskel der Halbaffen nachweislich besitzt.

Der Musculus mentalis stellt ein, vom Platysma abzuleitendes, durch Aberration von dessen Fasern ganz selbständig gewordenes Gebilde dar. Sein nachweisbarer Zusammenhang mit dem Platysma wurde oben berührt. Aus den bereits angeführten Thatsachen müssen wir über seine Genese folgende Vorstellung gewinnen. Tiefe Bündel des Platysma gelangten über den Kieferrand an der vorderen Fläche des Knochens nahe der Schleimhaut zur Insertion. Einige dieser Faserbündel unterlagen einer Kontinuitätstrennung, der Insertionstheil am Kiefer löste sich vom Mutterboden los, seine Fasern erwarben Anfangs einen abwärts gerichteten Verlauf und endigten selbständig, dann wichen sie medianwärts gegen das Kinn ab und gewannen so im transversalen Verlaufe unter Vermehrung der Fasern die Berechtigung, als ein vom Kiefer entspringender selbständiger Muskel dargestellt zu werden. Die Insertion fand dann unter Verflechtung der beiderseitigen Muskeln in der Haut des Kinnes statt. Fast alle Prosimier verhalten sich im Ursprunge und Verlaufe des Mentalis im Wesentlichen gleich, und nur in dem Grade der Entfaltung bestehen Differenzen. Überall war der Mentalis nachweisbar: man findet ihn abgebildet von Varecia (Fig. 3), von Lemur nigrifrons (Fig. 7) und von Propithecus (Fig. 9). Bei diesen drei und, mit Ausnahme von Chiromys, auch bei den anderen untersuchten Formen, entspringt der Mentalis vom Unterkiefer nahe der Umschlagsstelle der Schleimhaut am Jugum alveolare des Eck- und des ersten Praemolarzahnes, oder in der Nähe dieser Region. Die lateralwärts ziehenden Faserbündel gehen, bedeckt vom Platysma, in dasselbe über; die medial sich anschließenden verlaufen abwärts; die Hauptbündel, welche eine geschlossene Muskelplatte formiren, gelangen in horizontalem, querem

Verlaufe zur Haut des Kinnes und des medialen Lippentheiles, welcher vom Labialtheile des Platysma freigelassen ist. Der Muskel leitet sich also zwar von tiefen Platysmatheilen her, gewinnt aber wie das Platysma wieder funktionelle Beziehung zur Oberfläche, zur Haut: er ist im Ursprunge vom Platysma überlagert, er endigt aber neben demselben im gleichen Niveau, was wir als eine erst später erworbene Erscheinung erachten, da seine Existenz als tiefe Muskelschicht begründet wurde. Der Mentalis zeigt, wie dies von Varecia abgebildet worden ist, bei den Prosimiern eine konstante Lagerung zum Ramus mentalis des Nervus mandibularis (Trigemini), welchen er nach dem Austritte aus dem Kiefer überlagert, so dass der Nerv erst am oberen Rande des Muskels zum Vorscheine kommt. Die Wirkung des Mentalis zielt auf eine Spannung und ein Aufwärtsbewegen der Haut des Kinnes und der ganzen Unterlippe hin.

Bei Chiromys zeigt der Mentalis Anpassung an die Kieferbildung dieses Thieres. Spuren seines Zusammenhangs mit dem Platysma waren noch nachweisbar (siehe pag. 267 und Fig. 12). Der Mentalis entspringt dicht unter der Schleimhaut vom Alveolarrande des mächtigen Schneidezahnes und von dem, lateral sich anschließenden, oberen Rand des zahnlosen Kieferabschnittes. Eine oberflächliche und eine tiefere Portion ist unterscheidbar, zwischen welchen der Nervus mentalis hindurchtritt. Die oberflächliche legt sich nach einem bogenförmigen Verlaufe eng an den Lippentheil des Platysma an. Dieser Zusammenhang ist ein erworbener; die tiefere Portion kreuzt die Fasern der oberflächlichen und gelangt zum Kinne und zur Unterlippe, wo beide Muskeln sich in der Medianlinie durchflechtend in die Haut inseriren. Durch die Lagerung der tieferen Portion unter dem Nervus mentalis giebt sie sich als aus der oberflächlichen entstanden zu erkennen.

Bei Tarsius ist der Mentalis gleich wie bei den anderen Propitheeus etc. angelegt, er thut sich jedoch durch seine kräftige Ausbildung hervor. Burmeister giebt über den Muskel nichts Genaues an, denn er schreibt: auch am Kinn ließ sich nichts als eine innig verflochtene Zellgewebs- und Fleischfaserung wahrnehmen, deren Absonderung in selbständige Muskeln mir nicht gelang (l. c. pag. 31).

4) Oben wurde auch der Zusammenhang des Platysma durch den Auriculo-labialis inferior mit dem Auriculo-labialis superior erwähnt. Der Zusammenhang beider Muskeln ist bei den meisten Prosimiern ein sehr inniger, nur bei Chiromys ist derselbe aufgegeben. Der, vom Ohre frei über den Jochbogen zur Lippenspalte ziehende, Muskel kann

auch, da er das Material für den Zygomatico-labialis Zygomaticus der Primaten abgiebt, als Auriculo-zygomatico-labialis bezeichnet werden. Er ist in keiner Weise selbständig; vielmehr stellt er nur den an das Platysma grenzenden Bezirk einer, auch um das Auge als Orbicularis oculi und einer vom medialen Augenwinkel zur Nase und Oberlippe als Levator labii alaeque nasi gehenden, einheitlichen Muskelplatte dar, welche unmittelbar unter der Haut liegend den Namen eines Subcutaneus faciei im Gegensatze zu dem, allerdings auch in das Gesicht reichenden, Subcutaneus colli verdient. Als Subcutaneus faciei wollen wir daher die zusammenhängende Muskelplatte bezeichnen, welche bei den Prosimiern den Auriculo-labialis superior, den Orbicularis oculi und Levator labii superioris alaeque nasi umfasst. Burmeister, welchem der genaue Thatbestand in der Gesichtsmuskulatur von Tarsius unbekannt blieb, führt bei letzterem als einen Subcutaneus faciei diejenige Hautmuskulatur auf, welche »die Schließmuskeln des Mundes, der Augen und Nase verbindet, ja bis über die Stirn weg zu den Ohren sich hinzieht«. Sie ist nach Burmeister eine »allein nur von der Oberlippe entspringende sehr dünne Muskelfläche, deren Fasern über die Wange vor dem Ohre vorbei zur Schläfe und zu den Seiten des Scheitels sich begeben und in dieser Richtung an den M. orbicularis palpebrarum sich anlehnen«.

Am Subcutaneus faciei wollen wir drei Abschnitte unterscheiden. Der erste derselben bildet den Auriculo-labialis superior. Dieser lehnt sich durch den Anschluss an das Platysma und seinen geraden, zwischen Ohr und Mundspalte eingeschalteten Faserverlauf am meisten dem primitiven Zustande an. Er war früher vorhanden als die zum Auge und zur Nase in Beziehung stehenden Muskeln, da sie aus ihm sich herleiten. Man hat sich dabei vorzustellen, dass die oberen, der Orbita genäherten Faserbündel des Auriculo-temporo-labialis durch Ablösung vom Ohre und von der Lippe oben dem Supraorbitalrande, unten dem Infraorbitalrande sich näherten, allmählich auch die Augenlider bedeckend, schließlich von oben und unten zum medialen Augenwinkel sich begaben. Dadurch wurde die Lidspalte kreisförmig umzogen, und es entstand ein funktionell, aber nicht anatomisch selbständiger Musc. orbicularis oculi. Fernerhin entwickelte sich durch Kontinuitätstrennung der unteren, zum medialen Augenwinkel ziehenden Muskelbündel der Orbicularis oculi, und durch deren Aberration vom Augenwinkel zur Oberlippe ein funktionell neuer Muskel, welcher mächtiger sich entfaltete und in

breiter Lage zwischen beiden Augenwinkeln auf den Nasenrücken zu liegen kam, zur Lippenhaut und auch zur beweglichen Nase sich begab. Dieser als Levator labii sup. alaeque nasi zu bezeichnende Muskel ist also vom Orbicularis oculi abzuleiten, und daher als ein später aufgetretenes Glied der Gesichtsmuskulatur zu betrachten. Nur so sind die Thatsachen auszulegen. Am medialen Augenwinkel bleiben beide Muskeln immer im Zusammenhange, indem der Orbicularis oculi hier sich befestigt, und der Levator labii et nasi hier mindestens mit einigen Fasern entspringt.

Vom Auriculo-labialis superior aus kam es bei allen untersuchten Prosimiern, mit Ausnahme von Chiromys, zur Bildung einer Muskellage, welche durch allmähliche Verschiebung der Fasern vom Ohre aus nach unten bis zu einem, vor der Ohrmuschel gerade herabsteigenden Verlaufe sich entwickelte. Die Befestigung findet am oberen Platysmarande statt, der Muskel kann so als Herabzieher der Helix auriculae wirksam werden. In der Ausbildung, im verbleibenden Zusammenhange mit dem Auriculo-labialis tritt diese Muskellage in verschiedener Weise auf. Bei einigen Halbaffen schließt sich an diesen Muskel ein, auf der äußeren Fläche der Helix gelagerter Muskel, der M. helicis, an.

Vom Subcutaneus faciei lässt sich nun noch ein Muskel ableiten, dessen Geschichte bei den Prosimiern allein nicht völlig klar gelegt werden kann, da derselbe fast überall bereits in großer Selbständigkeit besteht. Bei Chiromys jedoch, der in so mancher Hinsicht Eigenartigkeiten in der Gesichtsmuskulatur aufweist, zeigen sich Zustände primitivster Art. Aus ihnen gewinnen wir denn auch eine Anschauung über den Entwicklungsgang des betreffenden Muskels. Dieser entsteht am Supraorbitalrande, bedeckt vom Orbicularis oculi, und verläuft von hier über die Schläfengegend zum vorderen Ohrmuschelrande als Orbito-auricularis. — Er stellt zugleich durch die sich anschließenden, vom Orbitalrande über die Stirngegend bis zum Scheitel verlaufenden Fasern einen Frontalis dar. Musculus frontalis und M. orbito-auricularis bestehen also aus Faserbündeln eines Muskels, die nur verschiedene Insertionen besitzen. Burmeister beschreibt den Frontalis bei Tarsius dem entsprechend auch als einen Muskel, welcher zur Stirn aufsteigt, seitlich aber mit strahlig aus einander gehenden Bündeln die Ohrmuschel erreicht. Dieser Frontalis entspricht unserem Orbito-fronto-auricularis: er ist dem Frontalis des Menschen nicht gleich zu setzen. Von der Helix auriculae biegen Bündel des Orbito-auricularis allmählich bis zu senkrechtem Verlaufe aufwärts ab, bedecken

die Scheitelregion und bilden, in der Sagittallinie mit dem anderseitigen zuweilen zusammenstoßend, einen Auricularis superior. Dieser entwickelt sich dann zu einer eigenen oberflächlichen, den Orbiculo-auricularis bedeckenden und nur noch am Ohre mit letzterem zusammenhängenden Schicht. Wir fassen also den Orbito-auricularis, den Frontalis und den Auricularis superior der Halbaffen als aus dem gleichen Materiale entstanden auf und behaupten damit, dass eine einstmalige Zusammengehörigkeit des letzten mit dem Auriculo-labialis superior nachzuweisen ist.

Eine ganz bestimmte Vorstellung, welche ich zum besseren Verständnisse für die später zu schildernden Thatsachen vorausschicke, gewann ich von dem Gange der Entwicklung der Mm. orbito-auricularis, frontalis und auricularis sup. aus dem Anfangs einschichtigen Subcutaneus faciei. Zu dieser Vorstellung führten die, durch ihre Primitivität im höchsten Grade interessanten, Zustände bei Chiromys. Die Entwicklung der betreffenden Muskeln braucht selbstverständlich nicht erst bei den Prosimiern sich vollzogen zu haben, so dass wir die vorausgesetzten Stadien vielleicht, trotz erneuerter Forschungen, nicht mehr bei ihnen antreffen werden. Dies ist sogar höchst wahrscheinlich, da bei den meisten Halbaffen die Muskeln bereits in einer hochgradigen Differenzirung angetroffen werden. Unsere Vorstellung lautet folgendermaßen:

Zur Zeit, als der Orbicularis oculi seine jetzige Gestalt noch nicht besaß, welche, wie es oben aus einander gesetzt wurde, durch kreisförmig aberrirende Muskelbündel des Auriculo-labialis sup. (Auric.-temp.-lab.) ins Leben gerufen wurde, reichte der letztere mit den oberen Bündeln bis zum Orbitalrande. An diesem befestigten sich Muskelbündel und gewannen eine kräftige und selbständige Wirkung auf die Ohrmuschel als Heranzieher der letzteren gegen die Orbita. Diese funktionell selbständigen, an den Aur.-labial. sup. (im engeren Sinne) sich anreihenden Muskelfasern des Subcutaneus faciei bildeten mithin einen Attrahens auriculae, den Befestigungsstellen nach einen Orbito-auricularis. Aus diesem einfachen Zustande bildete sich ein weit komplicirterer aus, indem die orbitalen Fußpunkte des letzteren, am Orbitalrande aufwärts wandernd, vom Auriculo-labialis, sich entfernten. So muss es ein Stadium gegeben haben, in welchem der Auriculo-labialis und Orbito-auricularis an der Ohrmuschel gemeinsam befestigt, am Orbitalrande und an der Lippe jedoch getrennt waren. Darauf erfolgte erstens vom Auriculo-labialis aus eine Aberration oberflächlicher Bündel um die Lidspalte: sie stellten die Anlage des Orbicularis oculi dar, der als

oberflächlichste Schicht den Orbito-auricularis bedeckte. Zweitens vollzog sich an der Ohrmuschel eine Verschiebung bis zur Herstellung zweier Schichten. Die Orbito-auricularportion dehnte sich mit einigen Fasern allmählich längs des vorderen Ohrmuschelrandes abwärts aus, und zwar bedeckt von dem Auriculo-labialis superior, welcher seine Befestigungsstelle an der Helix konservirte. Dadurch bekam der Orbito-auricularis streckenweise eine tiefe Lage, und nur Theile von ihm blieben an der Helix mit dem Auriculo-labialis im Zusammenhange und oberflächlich. Aber diese an der Helix inserirten Bündel gewannen weiterhin durch neue, aufwärts gehende Aberration von oberflächlichen Bündeln Beziehungen zur Scheitelregion, stiegen schließlich steil aufwärts, um den Auricularis superior der Prosimier zu bilden. Anfangs, als oberflächliche Fasern des Orbito-auricularis auftretend, wurde er durch Ausdehnung zum Scheitel selbständiger, um schließlich in gleicher oberflächlicher Schicht mit dem Auriculo-labialis zu verharren und den Orbito-auricularis, aus welchem er entstand, in gleicher Weise zu bedecken, wie es der Orbicularis oculi für sich erreichte. So gingen also hier aus einer einheitlichen Muskellage bei den Halbaffen allmählich drei, schließlich sehr diskrete Gebilde hervor, von denen der Orbicularis oculi und der Auricularis superior als aberrirte oberflächliche, der Orbito-auricularis als aberrirte tiefe Theile zu betrachten sind. Durch die gemeinsame, wenn auch nicht mehr immer ganz eng zusammenhängende Insertion an der Ohrmuschel bekunden die drei Muskeln die ursprüngliche Zusammengehörigkeit unter einander und alle drei zusammen die mit dem Auriculo-labialis superior. Es sei schon an dieser Stelle betont, dass der Auricularis superior der Prosimier dem gleichnamigen Muskel der Primaten mit Sicherheit nicht immer homolog: denn bei letzteren bildet sich zum zweiten Male aus dem Orbito-auricularis ein Auricularis superior, während derjenige der Prosimier zu Grunde geht. Ein vierter Muskel schließlich verdankt seine Entstehung ebenfalls aberrirenden Theilen des Orbito-auricularis. Indem dessen oberste Bündel den Verlauf vom Supraorbitalrande zum Ohre nicht fortsetzen, sondern aufwärts zur Stirn- und Scheitelgegend mehr und mehr abweichen, wo sie auf der beweglichen Kopffascie sich befestigen, formiren sie einen Frontalis. Von ihm war bereits oben die Rede. Der Frontalis bewahrt für immer seinen Zusammenhang mit dem Orbito-auricularis am Orbitalrande. Er sowohl als auch der Auricularis superior sind spätere Bildungen als der Orbito-auricularis, da dieser das Bildungsmaterial für Beide abgab.

Nach der Darstellung dieser, aus den Thatsachen entnommenen Betrachtungen folge die Vorführung des Thatsächlichen selbst. Auch hier soll an das primitive das weiter geführte Verhalten angeknüpft werden.

Der ursprüngliche Zusammenhang des Auriculo-labialis inferior (Platysma) mit dem Auriculo-labialis superior (Subcutaneus faciei) ist bei fast allen Halbaffen dadurch ausgedrückt, dass, eben so wie es von Lepilemur (Fig. 6), Avahis (Fig. 4) und Varecia abgebildet und von Lemur melanocephalus und Tarsius mir bekannt ist, beide von oberen und unteren Ohrmuscheltheilen getrennt entstehenden Muskeln in einer gewissen Entfernung vom Mundwinkel sich so innig an einander lagern, dass sie vollkommen einheitlich erscheinen. Durch den Gewinn verschiedener Ansatzpunkte am Ohre wurde bei den genannten Thierformen die Spaltung eingeleitet, die sich bei Propithecus (vgl. Fig. 8) bereits vom Ohre bis zum Mundwinkel fortgesetzt zeigt, so dass in der Nähe des letzteren der Orbicularis oris zwischen Beiden sichtbar wird. Bei Chiromys ist die Abspaltung der Muskeln von einander namentlich dadurch weiter vorgeschritten, dass das Platysma gegen die Mundspalte hin Reduktionen erfuhr. Es liegt daher bei Chiromys gar kein nachweisbarer Zusammenhang beider Muskeln mehr vor (siehe Fig. 12). Als vornehmstes Moment für die Spaltung war die distinkte Anheftung der Muskeln am Tragus und an der Helix anzuführen. Als mitwirkende Ursache bei der Spaltung tritt uns eine andere Erscheinung entgegen. In anderen Säugethierordnungen nämlich und bei einigen Halbaffen, z. B. bei Lemur melanocephalus, senken sich die auf der Wange befindlichen Büschel von Tasthaaren mit ihren Follikeln durch das Unterhautbindegewebe tief zwischen die Bündel der Gesichtsmuskulatur ein. Man findet sie dann zwischen den Auriculo-labialis superior und inferior derart eindringen, dass die vom Ohre kommenden Muskelfasern im Verlaufe zum Munde unterbrochen werden und an den Haarfollikeln theilweis endigen[1]. Sollte das tiefe Eindringen der Haarbälge

[1] Unter den mir zu Gebote stehenden Halbaffen fand ich Tasthaare auf der Wange bei folgenden: bei Varecia befindet sich etwa zwischen dem Mundwinkel und dem äußeren Ohre eine hügelartige Hauterhebung, auf welcher neben vielen kleineren etwa sechs lange Tasthaare eingepflanzt sind; schon bei einem 7 cm langen Lemur melanocephalus vom Steiß zum Scheitel gemessen, sind auf einer Hauterhebung der Wange circa sieben große Haare erkennbar, welche zwischen kleineren sich hervorthun; bei Lemur nigrifrons sind die Wangenhaare in ähnlicher Weise entfaltet.

zur Spaltung der einheitlichen Muskelplatte in eine obere und eine untere Partie nicht beigetragen haben? Gegen die Annahme können Bedenken erhoben werden, weil die Wangentasthaare nicht allen Prosimiern zukommen. Da sie aber auch bei anderen Säugethieren, unter anderen bei Beutlern, in gleicher Anordnung sich finden, so fragt es sich, ob die Spaltung der Muskeln durch sie nicht schon bei niederen Formen eingeleitet und erworben, von letzteren auf die Halbaffen übertragen worden sei. Das bleibt vor der Hand nur eine Meinung, welche aber, durch Thatsachen gestützt, berechtigt ist, sich ernstlich prüfen zu lassen. Wir wollen vorläufig an der Anschauung festhalten, dass die betreffende Strecke der Hautmuskulatur in einer zusammenhängenden Lage Anfangs zum vorderen Rande der Ohrmuschel verlief, dass eine Spaltung durch die sich einsenkenden Haarbälge eingeleitet wurde, dann fortschritt, bis auch die zwischen Helix und Tragus befindliche Zwischenschicht ausgeschaltet wurde, und der Zusammenhang nur noch in der Nähe des Mundwinkels sich erhielt.

Bei Lepilemur mustel., Lemur nigrifr. und melanocephalus, bei Varecia und Avahis, bei Tarsius und Mikrocebus Smithii zeigt der als Auriculo-labialis sup. zu bezeichnende Theil des Subcutaneus faciei ein übereinstimmendes Verhalten. Es begeben sich die Mundwinkelfasern zur Spina und zum vorderen Rande der Helix, von wo aus sich in kontinuirlicher Lage Fasern anschließen, welche schließlich vor dem Ohre in senkrechtem Verlaufe zur Bildung eines Depressor helicis die Hand bieten. Letzterer befestigt sich am oberen Rande des Auriculo-labialis inferior Platysma, oder gar auf dem letzteren. Der Verlauf der Fasern geht aus einem, den Bündeln des Auric.-labialis sup. parallelen, allmählich in einen senkrechten über, so dass die Muskellage von Fasern begrenzt ist, welche senkrecht von der Spina helicis vor der Ohröffnung verlaufen und selbst bis zum Tragus gelangen können. Auf den Fig. 1, 4 und 8 ist Solches sichtbar. Die Wirkung des ganzen Muskels zielt auf ein Abwärtsziehen der Helix hin: die zwischen Helix und Tragus liegenden Fasern, eine Pars helico-tragica bildend, bewirken eine Annäherung Beider. Bei Avahis (Fig. 4) und Varecia (Fig. 1 und bei Anderen gehört die Pars helico-tragica sicher der genannten Muskellage zu, während wir bei Lepilemur (Fig. 6) den Muskel an gleicher Stelle wegen seines unmittelbaren Überganges in den Tragoantitragicus zu diesem rechneten. Bei Lemur nigrifrons ist die von der Spina helicis zur äußeren Tragusfläche ziehende Muskelschicht sehr mächtig und selbständiger: denn sie ist von den Nach-

bartheilen durch den starken Nervus auriculo-temporalis getrennt. Da unzweifelhaft der soeben beschriebene Depressor helicis vom Auriculo-labialis superior aus entstanden ist, und zwar nach dessen erfolgter Abspaltung vom Platysma, so finden wir in seiner einfachen Form bei den angeführten Thieren die Vorstufe und die Erklärung für die bei Propithecus ausgesprochenen differenten Zustände. Hier ist die Muskelplatte rückgebildet bis auf zwei Bündel, von denen das eine (Fig. 8) von der Helix (Spina) im senkrechten Verlaufe abwärts verläuft und auf dem Auriculo-labialis inferior endigt, das andere als Helico-tragicus zum Tragus verläuft. Beide haben eine sehr große Selbständigkeit erworben, indem die Zwischenfasern zu Grunde gingen; die Entstehung der restirenden Bündel wäre unkenntlich, wenn das einfachere Verhalten anderer Halbaffen uns nicht erhalten geblieben wäre. Der Auriculo-labialis superior des Propithecus geht gemeinsam mit den zwei Bündeln auch nicht mehr allein zur Spina helicis, sondern er hat sich an der Ohrmuschel abwärts ausgedehnt, wie die Fig. 8 zeigt. Dies ist eine sekundäre Erscheinung. Dass bei Propithecus von den einander zugekehrten Rändern der zwei Mm. auriculo-labialis einige Bündel sich ablösen und entfernt vom Ohre in der Fascie endigen, bleibt von geringerer Bedeutung.

Bei Chiromys sind von diesen Dingen nicht einmal Andeutungen mehr wahrnehmbar, so dass uns jeglicher Maßstab für die Beurtheilung fehlen möchte, ob ein Depressor helicis hier jemals vorhanden war. Doch da Rückbildungen unter den Halbaffen bei Propithecus auftreten, und eine gleiche Anordnung des Muskels bei niedriger stehenden Säugethieren ebenfalls vorkommt, Chiromys aber in vielen Beziehungen sich als weiter gebildet verräth, so ist höchst wahrscheinlich auch bei ihm einmal der Muskel vorhanden gewesen. Dies wäre als Thatsache immerhin noch zu bezweifeln, wenn nicht ein neues Moment hinzukäme, durch das wir mit Sicherheit von der genetischen Gemeinsamkeit des Depressor helicis und des Musculus helicis bei den Halbaffen erführen. Da der M. helicis auch bei Chiromys vorhanden ist (vgl. Fig. 12), so spricht er uns als letzter Rest der gemeinsamen, auch einen Depressor helicis umfassenden Muskellage an.

Die Gemeinsamkeit des Depressor helicis und des Musculus helicis äußert sich am prägnantesten bei Varecia (Fig. 1), bei welchem von einer Trennung Beider noch nichts angedeutet ist. Von der als Musc. helicis zu bezeichnenden Portion divergiren Bündel zum Tragus und bilden eine Art M. helico-tragicus: andere Bündel gelangen

zum Eingang in den knorpeligen Gehörgang und stellen den eigentlichen M. helicis dar. Die Existenz des letzteren, welcher bei allen Halbaffen bis an den hinteren Helixrand ausgedehnt ist, setzt die des M. helico-tragicus voraus. Bei Avahis ist eine Trennung der bei Varecia gemeinsamen Muskellage in den unteren Abschnitten vor sich gegangen, während an der Spina helicis die enge Verbindung erhalten blieb. Bei Propithecus (Fig. 8), bei Lepilemur (Fig. 6), bei Chiromys (Fig. 12) und bei anderen Formen ist die Trennung in einen M. helicis und einen M. depressor helicis vollzogen. Beide liegen weit von einander entfernt. Der M. helicis lagert auf der äußeren Fläche der Helix, bis zu deren hinterem Rande ausgedehnt, und begiebt sich in verschiedener Ausdehnung in den knorpeligen Gehörgang, in dem er oft an den oberen Rand des Knorpels der Concha sich befestigt.

Die Vorführung dieser Thatsachen berechtigt zur oben ausgesprochenen Annahme, dass auch bei Chiromys in gedachter Weise ein Musculus depressor helicis einst vorhanden gewesen sein muss.

Der Auriculo-labialis superior befestigt sich bei den Halbaffen am vorderen Rande der Helix bis zur Spina herab, er endigt in der Haut des Mundwinkels und der Oberlippe. Der Lippentheil besitzt unweit der Mundspalte einen scharfen oberen Rand und ist verhältnismäßig schmal. Gegen das Ohr und die Schläfe zu verbreitert sich die eng geschlossene Muskellage durch Lockerung ihrer Faserbündel und gelangt dadurch nicht allein zur Helix auriculae als Auriculo-labialis, sondern zweitens mit aufwärts sich anschließenden Fasern zur Schläfenregion, wo diese frei auslaufend auf der Fascie des M. orbito-auricularis sich inseriren. Drittens erstrecken sich die obersten Fasern der Lippenportion, allmählich um die Orbita biegend, in das Gebiet des Orbicularis oculi. An diese erst reihen sich auf das innigste in geschlossener Lage die Kreisfasern des Orbicularis an, welche die Lidspalte eng umgrenzen und von oben und unten zum Ligament. tarsi mediale, auch zum Thränen- und Nasenbein oder zum Oberkiefer gelangen. Die unter der Lidspalte befindlichen Kreisfasertheile entstanden durch Aberration aus den Lippenfasern. Bei Lepilemur (Fig. 6) und Chiromys (Fig. 12) sind intermediäre Bündel zwischen Orbicularis oculi und Auriculo-labialis noch vorhanden, während bei anderen, z. B. bei Propithecus (Fig. 8), die intermediären Bündel sich vollständig rückbildeten, so dass die Orbicularisfasern scharf vom Auriculo-labialis sich absetzen. Zwischen beide Muskeln dringen aus der Tiefe die zur Haut gelangenden Bündel des tiefen Platysma hervor.

Nach der soeben gegebenen Schilderung giebt es einen Musculus auriculo-labialis superior als selbständiges Gebilde nicht: er stellt eben nur einen zwischen Ohr und Lippen ausgespannten Theil des Subcutaneus faciei vor und verdient den Namen nur wegen seiner Ausdehnung zwischen Ohr und Lippe und seiner Wirkung auf jene Theile. Die von der Lippe zur Schläfe ziehenden Theile verdienten, nach Art der Lage und Ausdehnung, mit gleichem Rechte als ein Temporo-labialis, die in den Orbicularis übergehenden als ein Orbicul.-labialis aufgeführt zu werden. Der Orbicularis oculi erwarb sich durch die Beziehungen zur Lidspalte eine funktionelle Selbständigkeit: anatomisch aber ist eine Selbständigkeit in keiner Weise durchgeführt. Die Ausbildung des Orbicularis ist bei den Halbaffen verschieden nach der Größe der Orbita. In der Befestigung des Muskels am Ligamentum tarsi mediale und am Skelete bestehen Mannigfaltigkeiten, jedoch von untergeordnetem Werthe. Bei Tarsius befestigt sich der Orbicularis oculi (vgl. Burmeister) neben dem Thränenkanale am Nasen- und Oberkieferbein. Die Wirkung des Orbic. oculi besteht im Schließen der Lidspalte.

Der Orbicularis oculi besteht aus am medialen Augenwinkel unterbrochenen Kreisfasern, welche auf dem oberen und dem unteren Augenlide zum medialen Augenwinkel sich erstrecken. Murie und Mivart thun des Orbicularis palpebrarum Erwähnung; bei Galago allenii war letzterer der Haut fest adhärent. Bei Cuvier finden sich Abbildungen des Muskels von Lemur varius und Loris gracilis. Burmeister beschreibt ihn vom Tarsius etc.; aber genaue Angaben finden sich nirgends. So müssen wir uns auch hier auf die eigenen Beobachtungen verlassen. Während die oberen Muskelfasern bei Avahis laniger (siehe Fig. 4) auf das Augenlid beschränkt und scharf von den benachbarten Muskeln abgegrenzt blieben, haben sie bei anderen Formen sich weiter ausgedehnt; sie erstrecken sich in einheitlicher Lage auf- und vorwärts in die Stirn- und Interorbitalregion. Dadurch kommen sie mehr und mehr in den Bereich zweier anderer Muskeln, des Orbito-auricularis und des Levator labii sup. et nasi. Die Muskelbündel aller drei Muskeln nehmen am medialen Augenwinkel einen nahezu parallelen Verlauf und lehnen sich so eng an einander, dass ihr Grenzgebiet häufig nicht mehr zu bestimmen ist. Durch dies Verwachsen dreier ursprünglich diskreter Muskel am Augenwinkel liegen die Schwierigkeiten in der Beurtheilung der hier befindlichen Muskulatur der Primaten. Sie werden gelöst durch das

Erhaltensein mehrerer Entwicklungszustände bei den Prosimiern. Bei Avahis sind die drei Muskelgebiete deutlich getrennt: bei Propithecus ist auf Fig. 8 deren innigere Aneinanderlagerung dargestellt, wobei aber alle drei Muskeln noch deutlich abgrenzbar sind; bei Chiromys Fig. 12 ist die Verschmelzung des Orbicularis mit dem Levator labii super., bei Lepilemur Fig. 6 die aller drei Gebilde ausgesprochen und dargestellt. Ähnlich wie Lepilemur verhalten sich die meisten übrigen Halbaffen. Von Tarsius erwähnt Burmeister die innige Verbindung des Levat. labii super. mit dem Orbicularis oculi und dem Frontalis.

Durch das Verhalten der betreffenden Muskulatur bei Chiromys erhielt man den Eindruck, als ob Fasern des Orbicularis oculi durch Aberration vom medialen Augenwinkel zur Stirn gelangten und dadurch eine Art Musc. superciliaris bildeten, welcher allerdings mit den Stirnfasern des Levator labii et nasi auf das Engste verwachsen ist. Die Insertion des Orbicularis oculi am medialen Augenwinkel zeigt hier, im Unterschiede zu den anderen Prosimiern, Eigenheiten, von denen später die Rede sein soll.

Von den, auf dem unteren Augenlide befindlichen Fasern des Orbicularis oculi leitet sich der Levator labii superioris et nasi ab. Er entstand dadurch, dass die, am medialen Augenwinkel befestigten und von der Lidspalte am weitesten entfernten Orbicularisfasern als Kreisfasern unterbrochen wurden, indem sie vom Augenwinkel zur Lippe und dann zur Nase sich ausdehnten. Es bildete sich schließlich auf diese Weise bei allen Prosimiern eine mächtige Muskelplatte aus, welche zwischen den beiden Orbitae ihre Lage hat. Dieselbe glaubten Murie und Mivart für die vereinigten Musculi zygomaticus und levator labii super. alaeque nasi auffassen zu müssen l. c. pag. 15 und Fig. 3 der Taf. II. Diese Auffassung ist irrig, da das Material für den Zygomaticus in dem Auriculo-labialis sup. zu suchen ist. Die Muskelplatte zeigt bei allen Halbaffen eine ziemlich gleiche Anordnung, erstens durch den engsten Anschluss an den Orbicularis oculi, zweitens durch die Ausdehnung bis zur Medianlinie, in welcher die beiderseitigen Muskeln aufwärts gegen die Stirn eine Strecke weit zusammenhängen; drittens durch die weite Ausdehnung mächtiger Bündel zur Stirn, wo die Fasern auf der Fascie des Musc. orbito-auricularis endigen und durch engeren Zusammenhang scheinbar selbst in diesen übergehen können. Hier an der Stirn kann der Musc. levator labii et nasi auch den auf dem oberen Tarsus befindlichen Fasern des Orbicularis oculi so innig sich anlehnen,

dass ein genetischer Zusammenhang vorgetäuscht wird. Dies ist z. B. bei Chiromys, Lepilemur, Lemur nigrifrons der Fall, wie es aus den Figuren 6, 7 und 12 erhellt. So weit sich auch der Levator labii super. auf die Stirn ausdehnen, so innig auch sein Zusammenhang mit dem Orbicularis am oberen Augenlide und mit dem Orbito auricularis sich gestalten mag, immer muss man an seiner vorher erwähnten Entstehung aus dem unteren Augenlidtheile des Orbicularis oculi festhalten. — Ein vierter Punkt der Übereinstimmung bei allen Prosimiern besteht in der Endigung der Fasern des Levator labii super. in der Lippenhaut, an den Haarfollikeln und in der Haut der Nase; ein fünfter in der Versorgung durch den Ram. maxillaris nervi facialis. Die Innervation beweist zugleich neben anderen Gründen die Abstammung des Levator labii superioris vom unteren Augenlidtheile des Orbicularis oculi. Es gelangen nämlich gemeinsame Äste vom Ramus maxillaris des Facialis unterhalb des Augenlides sowohl zum Orbicularis oculi als auch zum Levator labii superioris. Dieses Verhalten ist von Chiromys auf Fig. 12 und 13, von Propithecus auf Fig. 8, von Varecia auf Fig. 2, von Avahis auf Fig. 5 dargestellt. Der Levator labii bildet fernerhin stets den oberflächlichsten Muskel an der Oberlippe, er überlagert andere Muskeln, bevor sie zur Haut gelangen, und endigt dabei in größter Entfernung von der Mundspalte an der Haut. Die Wirkung des Muskels besteht einerseits im Heben der Oberlippe und der Nase, andererseits im Abwärtsbewegen der, die Stirn und den Scheitel überlagernden bindegewebigen Membran, auf welcher vorzüglich der Muse. orbito-auricularis seine Ausbreitung findet.

Bei Avahis laniger (s. Fig. 4) und bei Lemur melanoceph. (Fig. 7) erhielt sich der primitivste Zustand: nach vorn von den am medialen Augenwinkel inserirten Fasern des Orbicularis oculi entspringen abwärts verlaufende Muskelbündel, welche in der Wangenhaut endigen. An diese erst schließen sich die zur Lippenhaut gelangenden Theile des Levator labii superior. an. Einige der letzteren sind nahe dem Augenwinkel befestigt, während die hauptsächlichsten zur Stirn gelangen, mit den anderseitigen median zusammenstoßend. Die zur Wange gehenden Fasern sind intermediäre in Bezug auf den Orbicularis oculi und den Levator labii super. Sie schlagen die Brücke von einem zum anderen. Bei Avahis (Fig. 4) bleiben der Orbicularis oculi, der Orbito-auricularis und der Levator labii superioris auf der Stirn noch getrennt. Bei Lemur nigrifrons (Fig. 7) ist die vollkommene Kontinuität des Orbicularis mit dem

Levator labii superioris schon nicht mehr vorhanden: denn die intermediäre Wangenportion, welche nahe dem Augenwinkel die Zusammengehörigkeit Beider allerdings noch auf das deutlichste ausspricht, ist abwärts isolirt und deutet auf die Spaltung bereits hin. Bei Chiromys sind noch wenige Bündel einer intermediären Portion (Fig. 12) erhalten, während von der letzteren bei Lepilemur (Fig. 6) und Propithecus (Fig. 8) gar nichts mehr vorhanden ist. Dem entsprechend sind der Orbicularis oculi und der Levator labii superioris abwärts vom medialen Augenwinkel durch eine muskelfreie, dreieckige Lücke von einander getrennt, welche unten durch den oberen Rand des Auriculo-labialis superior abgeschlossen wird. In dieser Lücke erscheinen bei einigen Halbaffen aus der Tiefe hervordringende und zur Haut gelangende Fasern des tiefen Platysma. Letztere erstrecken sich häufig weit auf das untere Augenlid (vgl. Fig. 1. 5, 7). Die Befunde bei den anderen Prosimiern liegen innerhalb des Rahmens, welcher die geschilderten Zustände umfasst.

Bei fast allen Halbaffen bildet der Orbicularis oculi und der Levator labii sup. eine in gleicher Ebene befindliche Muskellage, welche am Ligamentum tarsi mediale und an den benachbarten Skelettheilen (Lacrymale, Maxillare und Nasale) Befestigungspunkte finden. Bei Chiromys hingegen sind durch Schichtenbildung Komplikationen eingetreten, wie sie auf den Fig. 12 und 13 zu sehen sind. Oberflächliche Bündel des Orbicularis oculi treffen sich, von oben und unten kommend, am medialen Augenwinkel und schließen den Kreis, indem die Faserbündel sich durchmischen. An die, dem oberen Augenlid zugehörigen Bündel lehnen sich aufs innigste die Stirnfasern des Levator labii et nasi an (Fig. 12). Tiefer gelagerte Fasern des oberen Lides inseriren selbständiger am Ligam. tarsi mediale, reichen bis dicht an die Puncta lacrymalia und bis zu den Skelettheilen (Fig. 13). Tiefe Fasern des unteren Augenlides inseriren unterhalb derjenigen des oberen Lides, ohne dass ein Übergang Beider in einander stattfände; ein kräftiges Bündel gelangt zum Skelete. Theile des Levator labii superioris erlangten durch Ursprungsfasern vom Skelete und vom Lig. tarsi eine tiefere Lage: sie sind in dieser vom Orbicularis z. Th. bedeckt. Dies ist auch auf Fig. 13 dargestellt. Das bei Chiromys waltende Verhalten ist als ein weitergebildetes zu betrachten, ableitbar von dem der anderen Halbaffen. Bei Chiromys ist der Levator labii super. et nasi trotz der tiefen Lage einiger Abschnitte eine noch ganz zusammen-

hängende Muskelplatte. Bei Tarsius spectrum hingegen ist der Zustand weiter geführt, in so fern eine tiefe Schicht des Levator labii sich im Ursprunge selbständig gemacht hat und gewissermaßen dadurch einen neuen Muskel schuf, welcher den anderen Halbaffen fehlt. Durch die oberflächliche Lage der Insertionstheile an der Oberlippe ist das betreffende Gebilde aber mit dem Levator labii super. im Zusammenhange geblieben. Die oberflächliche, auch den anderen Thieren zukommende Schicht begiebt sich hauptsächlich zur beweglichen Nase, die tiefe vom Skelete (Lacrymale) entspringende hingegen zur Oberlippenhaut. Burmeister erwähnt dieses Verhaltens nicht; nach ihm entspringt aus dem inneren Augenwinkel der Levator labii superioris alaeque nasi, welcher allmählich etwas breiter wird und an der Seite der Nase herabsteigt, um sich in der Höhe der Nasenlöcher an die Nasenflügel und den Lippenschließer anzuheften (l. c. pag. 31).

Durch den Thatbestand bei Chiromys sind wir, wie es oben erwähnt wurde, in den Stand gesetzt, auch die Herkunft derjenigen Muskeln, welche auf der Stirn, dem Scheitel und der Schläfe lagern, anzugeben. Die betreffenden Muskeln sind bei den anderen Halbaffen mehr oder weniger selbständig geworden und repräsentiren einen Musculus auriculo-orbitalis und einen Musc. auricularis superior. Bei Chiromys hingegen bilden sie mit der, den Auriculo-labialis super. und den Orbicularis oculi umfassenden Muskelschicht noch eine einheitliche Bildung folgender Art (vergleiche die Fig. 12 und 13.): die Bündel des Auriculo-labialis superior, in den Orbicularis oculi übergehend, gelangen von der Oberlippe über den Jochbogen gegen das Ohr. Sie endigen an einer 2 cm langen Sehne, welche von der Helix auriculae nach vorn sich erstreckt. An diese Sehne gelangen aber auch von oben her Muskelbündel, welche vom Orbitalrande entspringen. Dadurch wird die betreffende Sehne zur Zwischensehne beider Muskeln. Zu einer solchen muss sie sich ausgebildet haben. Den Modus der Genese lernen wir durch das genauere Verhalten des Objektes kennen. Die von oben und von unten zur Sehne ziehenden Muskelfasern treffen in einem, gegen das Ohr zu immer spitzer werdenden Winkel zusammen, um schließlich parallel und neben einander in breiter Lage zur medialen und vorderen Fläche der Helix zu gelangen. Auf diese Weise spricht sich die Einheit beider, von der Lippe und vom Orbitalrande kommender Muskeln auf das deutlichste aus. Die gemeinsame Insertion an der Ohrmuschel ist der primitive Zustand: die Zwischen-

sehne entstand durch Vorwärtsrücken der Fasern von der Aurikel aus. Wir haben es also mit einem Muskel zu thun, welcher von der Ohrmuschel einheitlich entspringt, aber einen divergenten Verlauf, zum Augenhöhlenrande und zur Oberlippe, nimmt. Er ist hier ein Musc. auriculo-orbito-labialis. Die unteren von der Lippe zur Zwischensehne gehenden Theile rückten weiter und weiter vor und gaben das Material für den Orbicularis oculi ab, dessen Fasern ja noch in engster Weise an den Auriculo-labialis sup. aller Halbaffen sich anlehnen. Die von dem Orbitalrande entstehenden Bündel hingegen gingen eine ganz andere Differenzirung ein, indem sich neben der oberflächlich verbleibenden, zur Zwischensehne und zur Aurikel ziehenden Lage eine tiefe ausgebildet zeigt. Nach der Entfernung des Auriculo-labial-Theiles und der Zwischensehnenfasern des Orbitaltheiles gewahrt man, wie es auf Fig. 13 verbildlicht ist, wieder eine einheitliche Muskellage. Diese entsteht am größten Theile des Supraorbitalrandes in kräftigen Zügen, bedeckt vom Orbicularis oculi, und begiebt sich unter Divergenz der Bündel über die Schläfe und über den Jochbogen erstens zur hinteren Fläche der Helix, zweitens im Anschlusse nach unten mittels einer Sehne, deren Fasern Fortsetzungen der Muskelfasern bilden, zum vorderen Rande der Helix und des Tragus. Die Muskelplatte ist vorn und unten scharf begrenzt. Der obere Theil zeigt eine allmähliche Aberration gegen den Scheitel zu und besteht aus tiefen Fasern des oberflächlich zur Zwischensehne gelangenden Muskelabschnittes. Es endigen die Fasern zuerst in geringer Entfernung vom Orbitalrande; dann biegen sie ab zur Scheitelregion und verlaufen schließlich steil zur Sagittallinie des Schädels, in der sie mit den anderseitigen zusammentreffen. Die ganze Muskelplatte der Fig. 13 stellt den M. orbito-auricularis und den Auricularis sup. der anderen Halbaffen vor. Der Orbito-auricularis erweist sich hier als die tiefe, längs des vorderen Ohrmuschelrandes abwärts gewanderte Schicht des Auriculo-orbito-labialis. Die Facialisäste, welche für den gesammten Komplex bestimmt sind, verlaufen unter dem Auriculo-labialis superior und auf dem Orbito-auricularis, wie dies auf der Fig. 12 zu sehen ist. Der Orbito-auricularis hat sich also unter den Nervenverzweigungen abwärts ausgedehnt. Dieser Nervenverlauf erhält sich nach der Differenzirung der Muskeln bei den anderen Prosimiern.

Bei den übrigen Halbaffen hat sich die Trennung der bei Chiromys einheitlichen Muskelschicht in einen Auriculo-labialis superior,

wie er bereits geschildert wurde, in einen Auricularis superior und einen Orbito-auricularis mehr oder weniger vollständig vollzogen. Alle Formen befinden sich hierin in großer Übereinstimmung. Der Auricularis superior bildet mit dem Auriculo-labialis superior eine oberflächliche Lage. Beide behalten ihren ursprünglichen Zusammenhang an der Helix, oder sie sind hier doch nur in geringer Entfernung von einander; Beide vereinigen sich an der Helix, in primitiver Weise streckenweise auch mit dem Orbito-auricularis, welcher nunmehr bei allen Prosimiern als selbständige, weitergebildete, tiefe Schicht erkennbar wird. Er hat sich aufwärts über die Scheitel- und vorwärts über die Stirnregion ausgedehnt. Trotz der Übereinstimmung der untersuchten Formen lassen sich doch noch mehrere Entwicklungsetappen in der betreffenden Muskulatur nachweisen:

1) Der Zusammenhang des Auricularis superior mit dem Auriculo-labialis sup. ist an der Ohrmuschel bei Lepilemur (Fig. 6) ein eng geschlossener. Vom Auricularis superior schlägt sich ein Fascikel zur lateralen Fläche der Helix aufwärts um. Bei Varecia (Fig. 1) ist nur noch ein zartes Bündel des Auricularis superior vorhanden, das zur Insertionsstelle des Auriculo-labialis an der Helix gelangt; sonst sind die eigentlichen Muskeln an der Ohrmuschel von einander getrennt. Diese Trennung ist bei Propithecus (Fig. 8) und bei Avahis (Fig. 4) und anderen weiter geführt, derartig, dass man wohl kaum einen ursprünglichen Zusammenhang beider Muskeln bei alleiniger Kenntnis der Verhältnisse z. B. von Avahis begründen könnte.

2) Der Zusammenhang der drei Muskeln an der Helix musste bei den Prosimiern erhalten bleiben, da der Orbito-auricularis in tiefer Lage zum ganzen vorderen Rand der Ohrmuschel gelangt, die beiden anderen auf ihm nur Stellen desselben aufsuchen. Bei Propithecus (Fig. 8) geht die Einheitlichkeit aus dem Thatsächlichen noch am klarsten hervor; denn die Fasern des Auricularis superior sind noch vor der Helix untrennbar mit denen des Orbito-auricularis aufs innigste verschmolzen, und untrennbar von einander begeben sie sich zur Helix.

3) Der Auricularis superior entstand, wie dies bei Chiromys nachweisbar war, durch Aufwärtsbiegen von oberflächlichen Fasern des Orbito-auricularis. Deutliche Anklänge an diesen Entwicklungsgang finden sich bei Anderen. Bei Tarsius spectrum entsteht der Auricularis superior mit einigen Fasern ganz vorn an der Stirn nahe dem Orbitalrande auf dem Orbito-auricularis: die Fasern beider Mus-

keln nehmen hier einen fast gleichen Verlauf: die nach oben sich anschließenden Bündel des Auricularis super. erlangen allmählich einen mehr steilen Verlauf gegen den Scheitel und kreuzen sich mit den tiefer gelegenen des Orbit.-auric. — Auch Burmeister fand den Muskel auf Stirn und Scheitel gelagert. Murie und Mivart l. c. pag. 13 erwähnen einer thatsächlichen Fortsetzung des Attollens auris zum Fronto-occipitalis. Genaueres hierüber fehlt. — Daran reiht sich der Zustand bei Varecia an. Hier bedeckt noch der ganze Auricularis superior den tiefer gelegenen Orbito-auricularis (siehe Fig. 1): er besitzt ähnlich wie bei Tarsius einen gestreckten Verlauf, indem seine vorderen, resp. unteren Bündel unweit vom Orbitalrande in der Stirnregion auf dem Orbito-auricularis entstehen, aber mit denen des letzteren nicht mehr einen ganz parallelen Verlauf inne halten, sondern dieselben unter einem spitzen Winkel kreuzen. Die oberen, resp. hinteren, Bündel steigen gegen den Scheitel empor und kreuzen die des Orbito-auricularis unter einem fast rechten Winkel. Der hintere Rand des Auricularis superior ist noch von dem, weiter nach hinten sich erstreckenden Orbito-auricularis überragt. An Varecia schließt sich das Verhalten bei Propithecus an (vgl. Fig. 8). Der Auricularis superior zeigt sich hier mit seinem Haupttheile steil vom Ohre zum Scheitel verlaufend, wo er in der Sagittallinie mit dem anderseitigen zusammentrifft. Durch diesen Verlauf gewann der Muskel zugleich eine Lage weiter nach hinten, so dass er hier den Orbito-auricularis nach hinten sogar überragt und auf der beweglichen Bindegewebsmembran zwischen jenem Muskel und dem Musc. occipitalis zu liegen kommt. Der betreffende Muskel ist hinten scharf berandet. Es erlangen aber vorn einige abgesprengte Bündel durch einen gestreckteren Verlauf mit den Fasern des Orbito-auricularis eine mehr gleiche Richtung und geben sich uns als letzten Rest des bei Tarsius und Varecia allein noch hier gelagerten Muskels zu erkennen. Diese auf den primitiven Zustand hindeutenden Bündel sind nun bei Lepilemur (Fig. 6) und bei Avahis Fig. 4 auch zu Grunde gegangen, so dass der Auricularis superior, abgesehen von dem erwähnten Zusammenhang mit den anderen Muskeln an der Ohrmuschel, ganz selbständig sich verhält, bei Lepilemur vorn und hinten scharf begrenzt ist, steil zum Scheitel aufsteigt und mit dem vorderen Rande an den hinteren Rand des Orbito-auricularis, mit dem hinteren an den Musc. occipitales angrenzt. Bei Lepilemur inserirt der Auricularis superior mit zwei Portionen, von denen die eine mittels einer schlanken Sehne an der Außenfläche der Helix, die

andere aber an der Eminentia fossae triangularis befestigt ist. Bei Avahis gelangen die vorderen Bündel des Auricularis superior nicht bis zur Sagittallinie, sie liegen aber auch nicht mehr dem Orbito-auricularis auf.

Es muss an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass der Auricularis superior der Halbaffen dem der Primaten (incl. des Menschen) nicht vollkommen homolog gehalten werden darf.

4) Der Musc. orbito-auricularis der Halbaffen erlangt mit seiner Selbständigkeit zugleich eine mächtige Ausdehnung. Bei Chiromys bedeckte er nur die Schläfe und einen Theil der Stirn. Bei Varecia (Fig. 1) entsteht er noch allein am Supraorbitalrande, seine oberen Fasern strahlen aber bereits weiter auf die Stirn aus und endigen, gerade nach hinten verlaufend, frei auf der Seitenfläche des Scheitels an der beweglichen Bindegewebsmembran. Nach unten breitet sich die Muskelplatte, wie bei den anderen, mit bogenförmig vom Orbitalrande abwärts und nach hinten verlaufenden Fasern zum vorderen Rande der Helix und des Tragus aus. Bei Avahis (Fig. 4) hat der Muskel im Ursprunge längs des Supraorbitalrandes das Ligamentum tarsi mediale erreicht und bedeckt bereits den größten Theil der Stirn- und Scheitelgegend. Er endigt oberhalb des Ohres mit freiem Rande auf der beweglichen Scheitelfascie. Dieser Zustand ist bei anderen, so z. B. bei Lepilemur (Fig. 6) und Propithecus (Fig. 8) weiter geführt: der Muskel geht vom Ligam. tarsi und vom ganzen Supraorbitalrande aus und berührt in der Sagittallinie den anderseitigen. Seine medialen Fasern können sich in der oben angegebenen Weise mit dem Levator labii sup. et nasi und dem Orbicularis oculi vereinigen. Die Grenze der drei Muskeln ist dann verwischt. Der M. orbito-auricularis wird von anderen Autoren als Attrahens auriculae aufgeführt. Nach Burmeister breitet sich der Muskel über den unteren Theil der Stirn und den Augenhöhlenrand aus und erreicht selbst den Grund der Nase. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass bei allen Halbaffen ein Muscul. orbito-fronto-auricularis in unserem Sinne vorhanden ist. Murie und Mivart (l. c. pag. 13) z. B. beschreiben vom Galago crassicaudatus, vom G. garnettii und G. allenii die Fortsetzung des »Fronto-Occipitalis« in die Ohrmuskeln. Auch die im Übrigen wenig instruktiven Abbildungen lassen darauf schließen. Bei der Beschreibung des Attrahens aurem führen diese Autoren den Muskel als die unteren, wenig getrennten Fasern des Occipito-frontalis auf, welche beim Galago crassicaudatus vom hinteren Orbitalrande entspringen.

Eine Galea aponeurotica besitzen die Halbaffen nicht. Wenn Murie und Mivart und andere Autoren von einem aponeurotischen Theile reden, so geschah es in der Übertragung der vom Menschen bekannten Verhältnisse auf die Prosimier. Die Galea aponeurotica bildet sich erst bei den Primaten durch die Rückbildung von Theilen des Occipitalis und des Frontalis aus. Dass wir die Musculi frontalis und occipitalis nicht als Occipito-frontalis, wie es üblich war, zusammenfassten, ist dadurch berechtigt, dass Beide bei den Prosimiern mit einander nichts Gemeinsames besitzen, dass Beide in ganz verschiedene Gebiete gehören. Der Occipitalis und der Frontalis entsenden ihre Fasern in eine sehr bewegliche, auf dem Schädeldache befindliche Bindegewebsmembran, in der keine Sehnenfaserzüge erkennbar sind. Die zarte Struktur dieses Gebildes ist den Autoren bekannt gewesen (vgl. Murie und Mivart).

II. Muskulatur, welche unter dem Platysmagebiete am Halse und um die Mundspalte sich ausbreitet.

Die tiefe Muskelschicht, von welcher die Rede sein soll, ist am Halse und im Gesichte vom Platysma und von den oberflächlichen, bereits vorgeführten Lippenmuskeln überlagert, aber nirgends mit dieser in einem Zusammenhange angetroffen, welcher als ein genetisch ursprünglicher gedeutet werden könnte. Da auch nirgends mit anderen Muskeln ein Zusammenhang besteht, so müssen wir die tiefe Schicht am Halse und im Gesichte als eine, bei den Prosimiern bereits ganz abgesonderte, selbständige betrachten. Es sind die Thatsachen, wie sie sich bei den Halbaffen darstellen, nicht mehr im Stande, die Frage zu lösen, von welchen Muskeln die beiden großen Schichten der Gesichtsmuskulatur, die oberflächliche und die tiefe, sich herleiten. In einer glücklicheren Lage befinden wir uns betreffs der einzelnen unter der Platysmagruppe befindlichen Muskeln. Alle vermögen wir auf einander zu beziehen. Ein jeder Muskel, hier oder dort, weist einen Zusammenhang mit einem anderen auf. Desswegen fassen wir auch die ganze tiefe Muskulatur zu einer natürlichen Gruppe zusammen. Für die unterscheidbaren Glieder der Gruppe wollen wir möglichst indifferente Namen wählen. Den Halstheil wollen wir als Sphincter colli bezeichnen, den sich anschließenden als Depressor tarsi, einen folgenden Theil als Caninus, einen anderen als Orbicularis oris.

In dem am mächtigsten ausgebildeten Zustande der tiefen Mus-

kelschicht erkenne ich den primitiven, von welchem die anderen Befunde als reducirte sich ableiten lassen. Jener muss allerdings auch einmal zu einem so wohl entfalteten sich entwickelt haben: aber dies ist nicht erst bei den Halbaffen vor sich gegangen. Auf die Prosimier ist die volle Entfaltung der tiefen Schicht bereits übertragen. Dafür sprechen vergleichend-anatomische Gründe, z. B. das Vorkommen bei niederen Säugethieren; in gleicher Weise legt dafür die Thatsache Zeugnis ab, dass bei allen untersuchten embryonalen Halbaffen die tiefe Schicht in voller Entfaltung anzutreffen ist.

Wir finden bei Varecia, Avahis und bei Lepilemur die ursprünglichsten, für die Halbaffen charakteristischen Verhältnisse. Bei Varecia (Fig. 1) ist nach der Entfernung des Platysma die vordere und seitliche Fläche des Halses von einer einheitlichen Muskellage bedeckt, welche in der Mittellinie vom oberen Ende des Sternum hinauf bis etwa zum Kehlkopfe gemeinsam mit der anderseitigen entsteht. Sie bildet eine Art von Sphincter colli. Die am Sternum entstehenden Fasern verlaufen aufwärts und endigen dicht vor der Ohrmuschel auf der Ohrspeicheldrüse. Die höher sich anschließenden Ursprungsfasern endigen auf der Drüse am oberen Rande des Platysma. Sie treffen mit den abwärts von der Helix kommenden Bündeln des Auriculo-labialis superior zusammen. Die folgenden Bündel gelangen über den Kieferrand ins Antlitz und verlaufen unter dem Auriculo-labialis superior aufwärts, um in der Lücke zwischen dem letzteren, dem Orbicularis oculi und dem Levator labii et nasi zur Haut des unteren Augenlides zu gelangen. Der Wirkung nach dürfen wir diesen Theil der einheitlichen Muskelschicht als Depressor tarsi bezeichnen. Die nach oben (am Halse), resp. nach vorn (im Gesichte) sich anschließenden Bündel zeigen die engste Beziehung zur Mundspalte, indem sie sowohl am Halse als auch am Gesichte allmählich einen mehr und mehr bogenförmigen Verlauf einhalten und schließlich die Mundspalte direkt umkreisen; die unter der Mundspalte gelegenen Fasern aberriren zur Haut des Kinnes und der Unterlippe. Sie dehnen sich bis zum Lippenrande aus und sind von hier an, um den Mundwinkel herum verlaufend, aufwärts zur Oberlippe verfolgbar, wo sie, bedeckt vom Levator labii superioris und ebenfalls bis dicht an den Lippenrand reichend, erstens an die Haarfollikel, zweitens zur Haut der Oberlippe und des Nasenflügels und drittens mit oberen Bündeln in breiter Schicht zum Oberkiefer gelangen. Die letzteren trennen sich lateral von dem Mundwinkel und über demselben im spitzen Winkel von den

Fasern des Depressor tarsi und bilden den oberen scharfen Rand des um die Mundspalte verlaufenden Muskels. Letzterer erscheint bei allen Säugethieren wieder. Wir heißen ihn den Orbicularis oris, der bei Varecia und Avahis nur ein Theil des am Halse befindlichen Sphincter ist. Der am Oberkiefer inserirte Antheil des Orbicularis oris stellt das Material für den Levator anguli oris sive Caninus des Menschen dar. Bei den Halbaffen ist also das Homologon des Caninus des Menschen vom Oberkiefer aus im Verlaufe um den Mundwinkel in die breite gemeinsame Muskellage verfolgbar, bei Varecia überhaupt noch in keiner Weise, mit Ausnahme der zum Tarsus ziehenden Bündel, von der übrigen tiefen Schicht, insbesondere nicht vom Orbicularis oris, abgetrennt. Der Caninustheil der Halbaffen wird von einem seitlich am Oberkiefer entstehenden und medial zur Lippe gelangenden, selbständigen Muskel überlagert (M. maxillo-labialis).

Von der Pars orbicularis oris sind bei den Prosimiern noch andere Muskeln ableitbar. Zuvörderst aber wollen wir das Schicksal des bei Varecia geschilderten Muskels bei den anderen Halbaffen weiter verfolgen. Bei Avahis (Fig. 5) zeigt der Halstheil in so fern Rückbildungen, als bei ihm eine Auflösung in einzelne gröbere Bündel erfolgt ist, welche zwar in der Mittellinie noch entspringen, auch aufwärts zur Regio parotidea gelangen, aber bereits in weiter Entfernung von der Ohrmuschel endigen. Der als Depressor tarsi bezeichnete Theil ist in voller Entfaltung. An ihn schließt sich der Orbicularistheil in einheitlicher Lage an. Auch hier geht ein oberer Theil breit zum Skelete und wird als Caninus von dem Oberkiefer-Lippenmuskel (Max.-labial.) überlagert. Die Bündel des Orbicularis oris endigen an den Lippenrändern, an der Haut der Ober- und Unterlippe und des Kinnes.

Bei anderen Halbaffen ist eine Auflösung der, bei Avahis und Varecia einheitlichen, tiefen Schicht angebahnt, bei noch anderen vollendet. Lepilemur, Lemur melanocephalus und Lemur nigrifrons verhalten sich ziemlich ähnlich. Die Verhältnisse von Lemur nigrifrons finden sich auf Fig. 7 dargestellt. Bei Lepilemur entspringen in der Mittellinie des Halses vom oberen Rande des Sternum bis zum Kehlkopfe schwache und blasse Muskelbündel, welche sich nicht mehr eng an einander schließen (Fig. 6). Sie gelangen über den Kieferrand unter das Platysma und gehen in die den Masseter und die Parotis deckende zarte Fascie unmittelbar über. Gegen den Mundwinkel zu ist der Zusammenhang mit dem Orbicularistheile aufgehoben. Es liegen hier bedeutsame Rückbildungen von den Theilen der ursprünglichen Muskelschicht vor, für welche das Verhalten bei Lemur nigri-

frons näheren Aufschluss giebt. Bei diesen entsteht der Muskel in der Mittellinie des Halses vom oberen Rande des Sternum an bis zur Zungenbeinregion. In mächtiger Schicht ziehen die Bündel aufwärts vor das Ohr und hängen in sekundärer Vereinigung auf der Parotis mit dem hier endigenden Theile des Auriculo-labialis superior zusammen. Weiter nach vorn werden die auf dem Masseter endigenden Theile zart und verlieren sich schließlich in die Fascia masseterica, welche dem Platysma stellenweise anhaftet. Noch weiter nach vorn treten wieder mächtigere Bündel vom Halse über Kiefer und Wange hinauf zum unteren Augenlide als Depressor tarsi. Die von der Zungenbeingegend kommenden Bündel endigen auf der lateralen Unterkieferfläche. In der Verlängerung aber entstehen als Fortsetzungen dieser Bündel in der Wangenregion von Neuem Muskelbündel, die spärlich, nicht dicht an einander geschlossen, als vorderer Theil des Depressor tarsi zum Augenlide sich begeben. Die vordersten dieser Bündel biegen auf dem Unterkiefer nach vorn um; sie lehnen sich dem Orbicularis oris unmittelbar an, welcher lateral vom Mundwinkel vom Depressor tarsi sich trennt und dadurch größere Selbständigkeit zeigt. Der Orbicularis oris ist an der Unterlippe sehr schwach entfaltet; seine Bündel sind hier weit von einander entfernt, sie reichen bis an die Lippenspalte, bedecken den Buccinatorius und stehen aufs innigste mit tiefen auf dem Buccinator liegenden Platysmatheilen in sekundärem Zusammenhange. Von dem, um den Mundwinkel aufwärts ziehenden Orbicularis oris spaltet sich ein Theil frühzeitig ab und befestigt sich als Levator anguli oris (Caninus) am Oberkiefer bis dicht an das Foramen infraorbitale. Der andere Abschnitt gelangt auf der Oberlippe längs des Lippenrandes vorn zur Lippenhaut und bis zur Nase. Vom Caninus spalten sich zum Buccinator und zum Maxillo-labialis Faserbündel ab, von denen die Rede unten sein wird. Die soeben geschilderten Verhältnisse bei Lemur nigrifrons stellen eine Weiterbildung derjenigen bei Avahis und Varecia dar; sie sind durch eine Zerklüftung der einheitlichen Muskellage entstanden, welche die größere Selbständigkeit des Orbicularis oris, Caninus, Depressor tarsi zur Folge hatte. Lemur melanocephalus unterscheidet sich vom Lemur nigrifrons dadurch, dass der Orbicularis oris auf der Unterlippe zu einer Fascie, die den Buccinatorius bedeckt, sich rückgebildet zeigt und dadurch auch den Zusammenhang mit den Halsfasern aufgegeben hat. Er hat sich außerdem von dem Depressor tarsi schärfer abgesetzt. Es ist von der bei Avahis etc. einheitlichen Muskelplatte der

von der Mittellinie des Halses bis vor das Ohr und zum Augenlide gelangende Theil erhalten. Er ist von dem Orbicularis oris ganz abgetrennt, welcher durch die Rückbildung des Unterlippentheiles nahe dem Ductus parotid. von einer derben Fascie auf dem Muscul. buccinator entsteht, aufwärts ganz selbständig zum Oberkiefer als Levator anguli oris (Caninus) und vorn zur Lippenhaut und zur Nase gelangt.

Bei Tarsius spectrum ist Ähnliches ausgeprägt. Vom Orbicularis oris sind die Unterlippenfasern wie bei L. melanoc. zu Grunde gegangen, die Caninusportion aber ist kräftig entfaltet und mit ihrem Ursprunge hoch oben am Oberkiefer von dem Lippentheile ganz abgetrennt. Die Bündel des Caninus gelangen gegen den Mundwinkel, wo sie auf dem Buccinator endigen, ohne noch eine sehr nahe Beziehung zu ihrem medialen Nachbar, dem Orbicularis oris, zu verrathen. Burmeister's Beschreibung vom M. levator anguli oris des Tarsius führt uns ebenfalls die große Selbständigkeit dieses Muskels vor Augen: »vom Rande des Oberkiefers in der Gegend des Thränenkanals entspringt ein kleiner schwacher Muskel, welcher sich nach hinten zum Mundwinkel begiebt und in den Orbicularis oris sich hier verliert . . . .«. Der Levator anguli oris oder Caninus hat sich also bei Tarsius mit der mächtigeren Entfaltung aus der ursprünglich einheitlichen Muskellage herausgelöst, da der Anschluss an die vom Halse zum Gesichte verlaufende Partie gleichfalls aufgegeben ist. Letztere ist in einer breiten Muskelplatte erhalten, welche über den Hals und den Kieferrand vor den Ohrmuskel gelangt, während sie medianwärts schwächer sind und auf dem Masseter bereits in einer dünnen Fascie sich verliert. Es ist die Mittelzone der tiefen Muskelplatte zu Grunde gegangen; die mediale (Orbicularis oris-Caninus) und die laterale hingegen bestehen fort.

Eine Weiterbildung dieser Zustände findet sich bei Propithecus. Hier ist die vom Halse zur Regio parotideo-masseterica emportretende Muskelschicht spurlos verschwunden, und nur die um die Mundspalte ziehenden Partien sind übrig geblieben. Letztere umfassen einen Orbicularis oris, an welchen der als Levator anguli oris (Caninus) aufzuführende Theil unmittelbar sich anschließt. Das Genauere dieses Verhaltens findet man auf Fig. 9 abgebildet. Der sehr mächtige Orbicularis-Caninus ist eine Muskelplatte. Es lässt sich nirgends eine Trennung in einen Caninus und Orbicularis erkennen. Er ist mit dem oberen scharfen Rande am Oberkiefer

den Foramina infraorbitalia genähert, er endigt am Skelete mit breiter Schicht. An der Oberlippe reicht er bis an die Mundspalte und zur Nasenöffnung. Vom Oberkiefer und von der Oberlippe gelangte der Muskel auf die Wange, wo er dem Buccinator auflagert. Vom Mundwinkel ist sein lateraler Rand 1,3 cm entfernt. Laterale Bündel endigen bereits auf dem Musc. buccinatorius, medianwärts folgende gelangen weiter abwärts zum Unterkiefer, an dem sie dicht neben und lateral von dem Mentalis sich anheften; der Hauptbestandtheil des Muskels geht aber scharf gebogen zur Unterlippe bis an die Mundspalte. Diese Lippenportion ist unten scharf begrenzt; zwischen ihrem unteren Rande und der Schleimhaut-Umschlagsstelle bleibt ein großer Abschnitt der Schleimhaut frei von Muskelfasern. Auf der Fig. 8 ist der Orbicularis oris verdeckt durch die oberflächliche Muskulatur, nur theilweise zwischen dem Platysma und dem Auriculo-labialis superior sichtbar.

Durch die Rückbildung der bisher geschilderten tiefen Muskelschicht bis auf den Orbicularis-Caninus schließt sich Propithecus am engsten an die Verhältnisse der Primaten an. Über das genaue Verhalten anderer Halbaffen wage ich aus der überlieferten Beschreibung und Abbildung mir kein Urtheil zu bilden. Bei Galago crassicaud. fanden Murie und Mivart (l. c. pag. 15) den Orbicularis oris schwer vom Buccinator und von den Nasenmuskeln trennbar, vom Buccinator sind die hinteren Fasern nicht scharf abzugrenzen.

Eine andersartige Modifikation der Umbildung resp. Rückbildung der, bei Varecia etc. einheitlich erhaltenen, tiefen Schicht findet sich bei Chiromys (vgl. Fig. 12 und 14). Bei diesem Thiere sind die Muskelgebiete unten und seitlich am Halse, und die der Regio parot.-masseterica gänzlich ausgeschaltet, indessen am Kinne und in der Regio submentalis sich kräftige Lagen von quer verlaufenden Muskelbündeln entwickelten. Diese erstrecken sich in zarten Bündeln bis in die Wangenregion, wo sie sich in den mächtigen Orbicularis oris fortsetzen. Auf der Fig. 12 sind die betreffenden Muskelanordnungen in ihrer Lagerung zu den oberflächlichen Schichten sichtbar, auf Fig. 14 und, nach der Entfernung der oberflächlichen Schichten, streckenweise auf Fig. 13 dargestellt.

Die zarten Bündel der Wange sind nicht eng an einander geschlossen, sie reichen vom vorderen Rande des Masseter und, parallel mit ihm gestellt, bis an den Mundwinkel, wo sie allmählich in den Orbicularis oris sowohl an der Oberlippe als auch an der

Unterlippe umbiegen. Die lateralen Bündel begeben sich aufwärts zwischen Theile des Auriculo-labialis superior; weiter vorn sich anschließende endigen schon am unteren Rande des letzteren. Alle Wangenbündel ziehen der Richtung nach gegen das untere Augenlid und lassen sich dem entsprechend als Reste des Depressor tarsi deuten. Abwärts endigen die Bündel z. Th. frei, namentlich die lateralen, während andere in die am Kinne befindlichen sich fortsetzen. Etwa 1 cm vom Mundwinkel sind einige der Bündel zu einer breiteren Lage vereinigt (Fig. 14), welche unter Divergenz der Fasern auf den Unterkiefer und über dessen Rand in die Regio submentalis ausstrahlen. Sie erreichen die Mittellinie, in der ein Austausch mit den Bündeln der anderen Seite stattfindet, und zwar so, dass Fasern der linken Seite nach dem Übertritt auf die rechte oberflächlich werden und sogar über den medialen Rand des Platysma zur Haut gelangen. An diese divergenten Theile des Muskels schließen sich nach hinten Bündel an, welche von der Mittellinie herkommen und getrennt von einander in eine, den Masseter bedeckende Fascie übergehen (Fig. 14). Was den Orbicularis oris anlangt, so hängt er mit der soeben geschilderten Muskellage aufs engste zusammen. Er verläuft um den Mundwinkel auf die Oberlippe und weiter zum Oberkiefer, wo er sehr kräftig entfaltet nahe der Umschlagsstelle der Schleimhaut sich festheftet. Von hier konnten laterale Bündel zur Unterlippe verfolgt werden, indess die Hauptbestandtheile an dem in dieser Region lädirten Exemplare nicht darzustellen waren. Die am Oberkiefer befestigten Bündel formiren einen mächtigen Levator anguli oris s. Caninus.

Bei einem Rückblicke auf die bisher geschilderte tiefe Muskelschicht drängt sich die Frage auf, ob irgend welche Gründe bestehen, welche gegen die Gleichartigkeit der vorgeführten Muskeln bei den verschiedenen Thieren sprechen. Ich wüsste keinen einzigen derartigen Grund anzuführen. Hingegen lässt sich die Homologie der betreffenden Muskulatur noch befestigen, wenn man die Lagerungsbeziehungen der letzteren zu den Nervenbahnen berücksichtigt. Ausnahmslos gelangt der Facialis nach dem Austritte aus der Substanz der Parotis mit seinen, für die Ober- und Unterlippenmuskulatur und für das Platysma bestimmten Ästen unter die tiefe Schicht, den Sphincter colli, Depressor tarsi und Orbicularis oris. Die Zweige für die oberflächlichen Muskeln durchsetzen jene. Diese Lagerung sieht man auf Fig. 5 bei Avahis dargestellt. Bei Chiromys ist die gleiche Lage unter der am Kinne und an der Wange erhal-

tenen Partie der tiefen Muskelschicht gleichfalls erhalten, wie dies die Figuren 12 und 14 veranschaulichen. Da, wo die Muskelpartien vor dem Ohre auf der Parotis und dem Masseter rückgebildet sind, ist der Nerv von einer zarten Fascie, der F. parotideo-masseter., statt vom Muskel überlagert. Diese Lagebeziehungen sprechen für die Entstehung der Fascie aus dem Muskel. Die Fascie erstreckt sich bei Propithecus bis zum lateralen Rande des Caninus-Orbicularis oris. Die Nervenfasern für die Oberlippentheile des Letzteren dringen bei Propithecus ebenfalls von der Unterfläche in den Muskel ein. Zwischen dem vorderen, medialen, Rande des Depressor tarsi und dem lateralen des Caninus-Orbicularis werden stets die Äste zum Levator labii superioris et nasi so wie ein starker Ast zu einem anderen, später zu erwähnenden, Muskel oberflächlich; an der Stelle also, wo die Muskelbündel der tiefen Schicht durch starke Aberration nach vorn zum Orbicularis oris sich gestalteten. Bei Varecia (Fig. 2), bei Avahis (Fig. 5) und bei Chiromys (Fig. 12) ist dies sichtbar. Das Verhalten jener Nerven ist nach meiner Ansicht die Ursache für die schärfere Scheidung des Caninus-Orbicularis von der lateralen Muskelzone, welche in der beschriebenen Weise hier und da stückweise, bei Propithecus aber ganz zu Grunde ging; während die, medial von den oberflächlich werdenden Nerven gelegene Muskelschicht durch ihre Wirkung auf die Mundspalte an der Oberlippe immer, an der Unterlippe meistens sich erhielt. Eine ganz konstante Lage besitzen ferner die Nn. infraorbitales des Trigeminus zum Caninus-Orbicularis: sie gelangen sofort nach dem Verlassen des Oberkiefers auf den Muskel, sind aber Anfangs bedeckt von dem Muskel, welcher vom Oberkiefer entspringend zur Oberlippe gelangt und den M. maxillo-labialis darstellt.

In der Einleitung wurde aus einander gesetzt, dass alle Muskeln des Gesichtes vom Halse aus über den Kieferrand vorgerückt sein müssen. Die Prosimier beanspruchen unser hohes Interesse in so fern, als wir bei vielen von ihnen die Art und Weise erkennen, nach welcher ein Muskel des Halses z. B. zum Schließmuskel der Lippenspalte werden konnte. Der dabei von der Muskulatur zurückgelegte Weg ist bei Propithecus und bei den Primaten verwischt; andere Straßen sogar haben bei letzteren sich angebahnt, welche ohne Kenntnis der richtigen bei der Deutung des Orbicularis oris zu Irrwegen werden konnten. Wir haben, um es nochmals zu wiederholen, den Orbicularis oris und den Caninus der Primaten als den restirenden, in den Dienst der beweg-

lichen Lippen getretenen Theil einer, über einen großen Gesichtsabschnitt und über den Hals ausgedehnten, mächtigen, tiefen Muskelschicht zu betrachten.

Eines vom Orbicularis oris abgespaltenen, bei den Halbaffen meist selbständigen Muskels muss noch gedacht werden. Er befindet sich seitlich von der Nasenöffnung, besteht aus meist senkrecht aufsteigenden Faserbündeln, welche dicht an der Schleimhaut vom Skelete entstehen, um von hier auf- und medianwärts zur Haut des Nasenrückens zu gelangen. Zuweilen reicht der Muskel so weit aufwärts, dass seine Bündel sich denen des Levator labii et nasi anlehnen, mit ihnen sogar verschmelzen. Der Muskel ist ein Nasalis, seine Wirkung besteht im Herabziehen des beweglichen Nasenrückens und im Schließen der Nasenöffnung. Er ist zuweilen in die Oberlippenfasern des Orbicularis oris verfolgbar, zuweilen aber ganz selbständig. Da, wo Ersteres der Fall ist, verhält er sich zum Orbicularis oris ähnlich wie der Caninus: Beide sind die aufwärts fortgesetzten Theile jenes Muskels. Um einen Beleg für diese Angaben zu geben, begnüge ich mich mit der Schilderung weniger Thatsachen. Bei Lepilemur mustelinus setzen sich vom Orbicularis oris und vom Caninus zum seitlichen Rande der Nasenöffnung Faserbündel direkt fort. Sie bilden eine oberflächliche Lage des Nasalis: während eine tiefe aus solchen, vom Kiefer nahe der Schleimhaut entstehenden Bündeln dargestellt ist. Alle Fasern nehmen hier einen schrägen Verlauf von unten und lateral auf- und medianwärts. Bei Lemur melanocephalus hat der Orbicularis oris am Kiefer eine Kontinuitätstrennung seiner Bündel erfahren. Der Lippentheil inserirt am Skelete nahe seiner Schleimhaut: an der Insertionsstelle entsteht der Nasalis, welcher im fast senkrechten Verlaufe aufwärts um die Nasenöffnung zum Rücken der Nase gelangt und hier in einer Fascie endigt. Es aberriren aber auch seitlich Muskeltheile zur Oberlippe. Bei Varecia ist jeglicher Zusammenhang mit dem Orbicularis aufgegeben, eben so wie bei Lemur nigrifrons. Bei letzterem entsteht der Nasalis am Kiefer nahe der Schleimhaut und steigt steil, der Nasenöffnung genähert, senkrecht empor (vgl. Fig. 7). Bei Varecia findet sich eine gleiche Anordnung eines sehr kräftigen Gebildes, welches Fasern zum Rande der Nasenöffnung entsendet. Außerdem zeigt sich aber der Muskel mit seinem Ursprunge vom Kiefer bis über die Nase ausgedehnt und mit dieser Portion gelangt er mittels abwärts gehender Fasern zur Haut, welche der beweglichen Lippe noch zugehört. Diese Portion wirkt als Heber der Lippenhaut.

Durch dieses eigenthümliche Verhalten schließt sich Varecia an Tarsius an. Bei letzterem ist der Nasalis zweiköpfig geworden. Der eine Kopf entsteht medial von dem Caninus nahe der Schleimhaut über den Dentes incisivi und dem Eckzahne, er geht aufwärts längs des lateralen Randes der Nasenöffnung bis zum Rücken der Nase. Der zweite Kopf entspringt, dem gegenseitigen genähert, vom unteren Rande des Nasenbeines; seine Bündel steigen empor, sind Anfangs vom Levator labii et nasi bedeckt; dann erreichen sie in gleicher Lage mit dem letzteren den medialen Augenwinkel, wo sie mit dem Levator labii et nasi und mit dem Orbicularis oris verschmelzen. Von dem einfachen Verhalten bei Lepilemur bis zu demjenigen bei Tarsius finden wir auf diese Weise die erklärenden Zwischenformen.

Zu der tiefen Schicht gehören nun noch zwei andere Muskeln, welche bei einigen Halbaffen ganz selbständig geworden sind, bei einigen aber in schönster Weise im Zusammenhang mit dem Caninus s. Levator anguli oris angetroffen werden. Diese beiden Muskeln bilden eigene Schichten, von denen die eine den Caninus-Orbicularis an der Oberlippe theilweise überlagert und einen vom Oberkiefer zur Lippenhaut gehenden Muskel darstellt. Wir hießen ihn den M. maxillo-labialis. Die andere Schicht breitet sich unter dem Caninus-Orbicularis unmittelbar auf der Schleimhaut der Mundhöhle an den Lippen aus, erstreckt sich von letzteren nach hinten in die Wangenregion und ist der Musc. buccinator. Dieser ist reichlich von den Bucco-labialdrüsen durchsetzt. Bei der Vorführung des Genaueren lassen wir uns wie vorhin von der genetischen Betrachtungsweise leiten und schildern zuerst die als primitiv erkannten Zustände, an welche die differenteren angereiht werden.

Der Musculus maxillo-labialis entsteht bei allen untersuchten Halbaffen an der Außenfläche des Oberkiefers, dicht an der Umschlagsstelle der Schleimhaut, bei Avahis am Jug. alveolare des zweiten Prämolarzahnes. Sein vorderer Rand schließt eng an den Levator anguli oris an, sein hinterer an die vorderen Bündel des Depressor tarsi, in so fern dieser vorhanden ist. Dem entsprechend erscheint der Maxillo-labialis mit seiner Ursprungsportion zwischen den Caninus und Depressor tarsi wie eingelassen (vgl. die Fig. 1, 2, 5 und 7) und, da die beiden letzteren zusammengehören, wie eine intermediäre Schicht Beider, welche nur durch die zum Skelete erlangte Beziehung sich vor diesen auszeichnet und dadurch selbständiger wurde. Da, wo der Depressor tarsi zu Grunde ging, bleibt

der Muskel eng an den lateralen Rand des Caninus-Orbicularis angeschlossen. Dies ist z. B. bei Propithecus der Fall. Auf Fig. 9 sieht man Solches. Seine Zugehörigkeit zum Caninus bleibt auf mehrfache Weise bei den einzelnen Formen ausgesprochen, seine errungene Selbständigkeit äußert sich aber im Verlaufe des Muskels. Er zieht vom Oberkiefer mit seinen Bündeln fast parallel der Lippenspalte vorwärts gegen die lateralen Ränder der Nasenöffnung. Dabei liegt er dem zum Oberkiefer ziehenden Levator anguli oris auf, bleibt von diesem durch die starken Rami labiales der Nervi infraorbitales des Trigeminus getrennt, welche erst an seinem unteren scharfen Rande zu Tage treten. Die Muskelbündel befestigen sich an den Lippenhaaren, vorn an der Haut der Oberlippe und der Nase. Die Wirkung des Muskels zielt auf eine Erweiterung der Nasenöffnung und auf die Anspannung des vorderen medialen Abschnittes der Oberlippe. Der Muskel ist in allen diesen Punkten typisch für die Halbaffen.

Was den Zusammenhang des Maxillo-labialis mit dem Caninus anbelangt, so ist derselbe erstens in dem Zustande erhalten, in welchem, wie z. B. bei Lemur nigrifrons (Fig. 7), das vorderste vom Oberkiefer kommende Bündel sich aufwärts zum oberen Rande des Caninus begiebt. In diesem Bündel ist also wohl die Beziehung zum Skelete ausgesprochen; aber von einer neuen Schichtenbildung des Maxillo-labialis in keiner Weise etwas vorhanden. Diese Art des genetischen Zusammenhanges fand ich bei fast allen Formen erhalten, bei Tarsius in sehr deutlicher Weise. Bei Propithecus war es mir nicht möglich, eine Verbindung beider Muskeln aufzufinden, abgesehen von ihrer innigen Aneinanderlagerung. Der Maxillo-labialis zeigt sich hier auch dadurch selbständiger, dass er mit seinem Ursprunge von der Schleimhaut aufwärts gegen das Foramen infraorbitale sich ausgedehnt zeigt. Chiromys stimmt hierin mit Propithecus überein: bei ihm ist der Muskel (Fig. 12) mit seinem Ursprungstheile sogar bis über das Foramen infraorbitale aufwärts gerückt. An der Oberlippe sind seine Bündel größtentheils vom Levator labii et nasi bedeckt, z. Th. durchflechten sich Beider Bündel. Auch bei Tarsius erstreckt sich nach Burmeister's Angaben (l. c. pag. 31 der M. maxillo-labialis sehr weit nach oben: er entspringt »vom unteren Rande des Jochbogenfortsatzes am Oberkiefer und vom vordersten Theile des Jochbogens selbst und verliert sich, vorwärts sich wendend, in die Masse der Oberlippe«. Dass man diesen Muskel (nach Burmeister) für den M. zygomaticus halten müsse, ist

ganz irrig. Eine zweite Art des ursprünglichen Zusammenhanges findet sich bei Varecia (vgl. Fig. 2) vor. Hier entsteht der Maxillo-labialis an der gewöhnlichen Stelle des Oberkiefers zwischen dem Caninus und dem Depressor tarsi. Auch hier gelangen noch Oberkieferbündel zum Caninus: außerdem aber gewahrt man, wie die den unteren Rand des Maxillo-labialis bildenden Bündel, von der Oberlippe aus verfolgt, nicht zum Kiefer, sondern zur Wange sich begeben, um hier als Theil der tiefen Muskelplatte sich kund zu geben. Mit anderen Worten: bei Varecia erlangen Muskelfasern der tiefen, den Orbicularis oris, den Depressor tarsi und andere Muskeln umfassenden Schicht nahe dem Ursprunge des Maxillo-labialis vom Oberkiefer einen oberflächlichen Verlauf, indem sie den unteren Rand des letzteren Muskels bilden. So sehen wir in untrüglicher Weise noch zwiefach den Weg erhalten, auf welchem der Maxillo-labialis seine Selbständigkeit sich errang, aus dem Verbande der einheitlichen tiefen Muskelschicht heraustrat und so durch den Ursprung vom Skelete eine kräftigere Wirkung auf die Oberlippe und die Nase gewann.

Der Nervenzweig für den Maxillo-labialis erlangt bei allen Prosimiern in übereinstimmender Weise sein Ende. Er ist der eigentliche Endast vom Ramus maxillaris des Facialis, welcher an der Grenze zwischen dem Caninus und Depressor tarsi aus der Tiefe kommt und dann vom unteren Rande des Max.-labialis zu dessen unterer Fläche gelangt. Dieser Verlauf des Nerven wird verständlich aus der Entstehung des Muskels zu einem oberflächlichen Gebilde von der Stelle aus, wo der Nerv zwischen Caninus und Depressor tarsi heraustritt. Von Chiromys (Fig. 12) und von Varecia (Fig. 2) ist der Zustand abgebildet. Vergleiche auch die bildliche Darstellung von Avahis (Fig. 5).

Den Musculus buccinator trifft man bei den Halbaffen als einen wohlentfalteten Muskel an. Er liegt auf der Schleimhaut der Wange, durchsetzt von reichlich entfalteten Schleimdrüsen, erstreckt sich weit nach hinten, unter dem Muscul. masseter bis an den hinteren Theil des Alveolarfortsatzes der Kiefer und bis zum Ligam. pterygo-maxillare. Der Buccinator der Prosimier besteht hauptsächlich aus Längsfasern, welche von hinten nach vorn verlaufen, und an der Oberlippe, dem Mundwinkel und der Unterlippe endigen. Es kommen aber noch andere Anordnungen der Bündel vor. Die zur Insertion sich anschickenden Faserbündel sind vom Orbicularis oris bedeckt. Nahe der Mundspalte findet eine Divergenz der Bündel

statt. Der Buccinator ist bei den meisten Prosimiern nicht über die ganze Wangenschleimhaut ausgedehnt: es bleiben Stellen in der Nähe beider Kiefer von ihm unbedeckt. Auch hiervon kommen Abweichungen vor. Bei wenigen Formen steht der Buccinator mit dem Caninus in einem so eigenartigen Zusammenhange, dass er sich dadurch als ein selbständig gewordener Theil der tiefen einheitlichen Muskelplatte verräth. In diesem Zusammenhange erblicke ich den einfachst erhaltenen Zustand und beginne daher mit ihm die Vorführung des genaueren Verhaltens. Bei Lemur nigrifrons zeigt der Caninus die Beziehung zum Buccinator Fig. 7: obere, sehr kräftige Bündel von ihm spalten sich unter dem Ursprunge des Maxillolabialis ab und gelangen zur Schleimhaut. Auf dieser ziehen sie gerade nach hinten in einiger Entfernung von der Umschlagsstelle. Sie bilden den oberen Theil des Musc. buccinator, welcher vom Ober- und Unterkiefer seine übrigen Bestandtheile als Längsfasern bezieht. Diese spalten sich oben im spitzen Winkel von der Caninusportion ab, und begeben sich zum Mundwinkel und nahe desselben zum Oberlippenrande: unten bleiben sie vom Unterkiefer entfernt, so dass auch hier ein Theil der Schleimhaut von ihnen unbedeckt bleibt: sie endigen am Unterlippenrande nahe dem Mundwinkel.

Wenn es durch diesen Befund im hohen Grade wahrscheinlich wird, dass der Buccinator von der Stelle aus, an welcher die Caninusportion in ihn übergeht, aus dem Caninus-Orbicularis seine Entstehung nahm, so ist er doch von seinem Mutterboden zu sehr abgegliedert, als dass eine genaue Geschichte von ihm hier gegeben werden könnte. Wir begnügen uns mit der Einsicht, Theile des Buccinator als in die Tiefe gerückte Bündel des Caninus betrachten zu können.

Bei Lemur melanocephalus entsteht der Buccinator ganz hinten vom Ober-, aber nicht vom Unterkiefer: er endigt am Mundwinkel und erstreckt sich von hier ein wenig auf den Oberlippenrand, weiter hingegen auf die Unterlippe. Bei Avahis zeichnet sich der Buccinator durch seine kräftige Entwicklung aus. Er besteht auch hier hauptsächlich aus Längsfasern. Er weist keinerlei Zusammenhang mit dem Caninus mehr auf, kräftige Äste des Facialis treten an ihn heran. Bei Propithecus Fig. 9 besteht der Buccinator aus einem System von längsverlaufenden Bündeln, welches an der Wange oben so wie unten Theile der Schleimhaut unbedeckt lässt.

Das Verhalten des Buccinator ist bei Varecia bemerkenswerth.

in so fern der Muskel, wie es auf der Fig. 3 dargestellt ist, außer den von hinten am Ober- und Unterkiefer entstehenden Längsbündeln solche besitzt, welche im engsten Anschlusse an diese sich weit nach vorn auf den Oberkiefer ausgedehnt haben. Sie entstehen am Skelet an der Umschlagstelle der Schleimhaut. Alle Bündel gelangen konvergirend zum Mundwinkel. Ob in diesem Verhalten eine Weiterbildung der Einrichtung anderer Prosimier, oder ein ursprünglicherer Zustand zu sehen ist, will ich hier nicht entscheiden. Während sonst der Buccinator durch seine Kontraktion den Mundwinkel und die benachbarten Lippentheile nach hinten, resp. lateralwärts, bewegen muss, kommt ihm bei Varecia noch eine Hebewirkung des Mundwinkels zu.

Allen Halbaffen kommt schließlich noch ein ansehnlicher Muskel zu, welcher vom hinteren Rande des aufsteigenden Unterkieferastes entsteht und zum vorderen Rande der Ohrmuschel dicht unter der Helix gelangt. Er soll desshalb als Muscul. mandibulo-auricularis bezeichnet werden. Mit den aufgeführten Gesichtsmuskeln hängt er nachweislich in keinerlei Weise zusammen. Er ist ganz isolirt, seiner Wirkung nach bei Tarsius als Erector auriculae von Burmeister beschrieben. Da niemals, trotz sorgfältiger Nachforschungen, Äste des Facialis zu diesem Muskel verfolgbar waren, so lag der Gedanke nahe, letzteren als ein in das Facialisgebiet nicht gehörendes Gebilde zu betrachten. Diese Ansicht wird vor Allem dadurch unterstützt, dass bei einigen Formen Äste des Trigeminus (N. auriculo-temporalis) den Muskel im Ursprungstheile am Unterkiefer durchsetzen und hierbei Nervenfasern in ihn eindringen lassen. Davon, dass letztere für den Muskel wirklich bestimmt seien, glaubte ich mich am besten bei Chiromys (vgl. Fig. 14) und Lepilemur überzeugen zu können. Wenn dem so ist, so steht der Mandibulo-auricularis in engerer Beziehung zu den Kaumuskeln, aus deren Gebiet er sich loslöste. Dafür dürfte noch eine Thatsache von Werth sein: bei Lemur melanocephalus entspringt der Mandibulo-auricularis, nicht wie bei den anderen, nahe am Kieferwinkel, sondern weit entfernt von diesem an der Außenfläche des Gelenkfortsatzes. Dabei gehen dessen Faserbündel unmittelbar in die des benachbarten Musculus masseter über. Durch den hohen Ursprung und den Zusammenhang mit dem Masseter vereinigt der Mandibulo-auricularis bei Lemur melanocephalus Eigenheiten, durch welche er vielleicht einstmals ein höheres Interesse gewinnt.

Dadurch, dass der M. mandibulo-auricularis bei den anderen

Prosimiern dicht am Angulus mandibulae entspringt, ist der Übergang seiner Bündel in die des Masseter unmöglich. Beide Muskeln bleiben aber eng an einander gelagert.

Der Muskel verläuft Anfangs zwischen dem Kiefer und dem Ohre aufwärts, plattet sich dann auf dem Jochbogen ab, lagert vor der Ohrmuschel, bedeckt von dem Musculus orbito-auricularis (vgl. Fig. 14, 6), und heftet sich dann in großer Ausdehnung an den vorderen Rand der Incisura conchae und auch an die vordere Fläche der Helix. In dem Verhalten der Insertionen bestehen reichliche Schwankungen unter den Halbaffen. Bei Lepilemur verbreitert sich der Musc. mandibulo-auricularis auch auf der Außenfläche der Helix und hinter deren Spina auffallend weit und setzt sich, wie es scheint, in den Musculus helicis durch sekundären Zusammenhang fort.

III. Verbreitung des Nervus facialis nach dem Austritte aus dem Schädel.

Es wurde die peripherische Verbreitung des Facialis nur so weit berücksichtigt, als sie in Beziehung zu der vorgeführten Muskulatur steht. Mehrere Halbaffen untersuchte ich auf diese Verhältnisse hin genau und fand eine große Übereinstimmung bei ihnen. Von vier Formen, Chiromys, Propithecus, Varecia und Avahis gab ich eine bildliche Darstellung, welche möglichst getreu den Thatbestand wiedergeben. Sie dürfen desshalb späteren Forschern auf diesem Gebiete dienstbar sein. Auf eine specielle Beschreibung des Verlaufes aller dargestellten Nervenfädchen glaube ich verzichten zu dürfen, da ich für den Leser keinen Nutzen in ihr erblicke. Die Verbreitungsart bietet jedoch in ihren groben Zügen, wie schon ein Blick auf die Figuren beweist, so viel Gemeinsames dar, dass sie als Grundstock auch für die Beurtheilung feinerer Einrichtungen dienen und desshalb erwähnt werden muss. Einige interessante Einzelheiten, wie sie sich bei dem oder jenem Thiere finden, sollen gleichfalls erwähnt werden. Die peripherische Verästelung des Facialisstammes ist — dies wurde in der Einleitung bereits aus einander gesetzt — aus der vielfachen Verlagerung und Ausbreitung der Muskulatur im Gesichte etc. zu verstehen. Es ist desshalb auch klar, dass umgekehrt aus dem Verlaufe des Nerven auf die Art der Ausbreitung der Muskulatur, natürlich nur bis zu einem gewissen Grade, geschlossen werden darf. Dass uns die Nerven hier eher im Stiche lassen, als die Muskeln in der Erklärung des Nervenverlaufes, ist

theilweise durch die Natur der Nerven, theilweise durch die weniger genaue Kenntnis der letzteren begründet. Wir begnügen uns daher mit wenigen Mittheilungen, die zu einem Verständnisse der Verlaufsverhältnisse des Facialis beitragen, aber nicht erschöpfend sind.

Zuvörderst hebe ich die Thatsache hervor, dass bei keinem untersuchten Thiere die Äste des Facialis mit den sensiblen des Trigeminus in enger Berührung standen und Anastomosen bildeten. Überall ist der Facialis bis zur feinsten Verzweigung präparirbar, ohne durch andere Nervenverbreitung behindert zu sein, wie das z. B. beim Menschen der Fall ist. Diese Thatsache erklärt sich erstens daraus, dass die gesammte Gesichtsmuskulatur der Halbaffen im Verhältnis zu derjenigen der höheren Primaten einfach ist. Sie besteht aus großen und groben Muskelplatten, welche verhältnismäßig wenige Anheftungen am Skelete sich erwarben und vielfach unter einander zusammenhängend wenig different sich zeigten. Eine zweite Ursache suche ich darin, dass der Schädel der Prosimier in Form und Größe von dem Schädel derjenigen Thiere, bei welchen die Gesichtsmuskulatur sich zuerst als ständiges Element etablirte, weit weniger sich unterscheidet, als der Schädel der Prosimier von dem der höheren Primaten. Mit den Verschiebungen der Muskulatur, welche im Gesichte allein durch die Ausbildung des Gehirnes hervorgerufen wurden, müssen nothwendigerweise auch solche im Verlaufe der im Gesichte verlaufenden Nerven bedingt gewesen sein. Um hierüber etwas Genaues anzugeben, werden eigens darauf gerichtete Untersuchungen anzustellen sein.

Der Facialis der Prosimier setzt sich nach dem Verlassen des für ihn bestimmten Schädelloches stammartig um die Ohrmuschel nach vorn zum Kieferrande fort, verläuft dann durch die Substanz der Glandula parotis und oberhalb des Ductus parotideus zur Oberkieferregion, zwischen Lippen- und Augenspalte. Von diesem Nerven, der wegen seiner Stärke als Facialisstamm aufgeführt zu werden verdient, vom Menschen her als Ramus bucco-labialis bekannt ist, zweigen sich während des ganzen Verlaufes größere und kleinere Äste ab. Die Stärke des Nerven ist der Ausdruck für den Sitz der kräftigsten Muskelmasse nahe der Oberlippe, welche durch die Verwendung bei der Nahrungsaufnahme, durch Mannigfaltigkeit der Bewegungen an Bedeutung andere Theile bei Weitem übertrifft. Vor dem Eintritt des Nervenstammes in die Parotis löst sich ein Zweig nach unten ab. Er versorgt Muskeln zwischen Schädel und Zungenbein (M. biventer, M. stylohyoideus) (Fig. 5). Darauf ent-

sendet der Stamm zwei oder einen sich bald in zwei Äste spaltenden Nervus occipitalis posterior. Dieser begiebt sich aufwärts und hinter die Ohrmuschel zu den hier gelagerten und genetisch zusammengehörigen Muskeln. Auf den Fig. 2, 5 und 14 ist der N. occipitalis nur im Ursprungstheile dargestellt: sein frühes Abtreten vom Stamme und sein Verlauf kennzeichnet den Weg der hinter das Ohr gewanderten Muskulatur, die sich frühzeitig von der vor dem Ohre gelagerten trennte. Alle anderen Äste treten vom Stamme entweder während des Verlaufes durch die Parotis oder nach dem Verlassen der letzteren ab: alle verlaufen gemeinsam mit dem Stamme zu der am Halse und im Gesichte befindlichen Muskulatur. Die nach oben, unten und nach vorn sich abzweigenden Nerven sind die Wegweiser zu dem augenblicklichen Standorte der entfernten Glieder einer zusammengehörigen Muskelmasse. Desswegen zweigen sich vom Stamme diejenigen Nerven zuerst ab, welche die am weitesten von einander stationirten Muskeln versorgen. Während des Verlaufes durch die Parotis oder kurz vor dem Eintritt wendet sich ein mächtiger Nerv, fast rechtwinklig zum Stamm, vor der Ohrmuschel aufwärts. Unter reicher Verzweigung gelangt er zu den Muskeln zwischen Ohrmuschel und Auge, zu denen auf dem Scheitel und der Stirn und zu den auf der Außenfläche der Ohrmuschel gelagerten. Der Nerv entspricht den Rr. temporales beim Menschen: wir können ihn als den Nervus auriculo-temporo-fronto-orbitalis oder kurz als Ram. temporalis bezeichnen. In seinem Verlaufe ist er zuerst vom Muscul. auriculo-labialis inferior et superior, dann vom Orbicularis oculi bedeckt, er liegt bei Chiromys der tiefen Schicht des Orbito-auricularis auf Fig. 12. Seine Fasern sind längs des Supraorbitalrandes bis zu dem vordersten Bündel des Musc. orbito-auricularis und des oberen Theiles des Orbicularis oculi verfolgbar. Bei Propithecus Fig. 10, Avahis Fig. 5 und Varecia (Fig. 2) bildet dieser Nerv einen einfachen, bis zur Stirn gelangenden Strang, welcher den zusammengehörigen Muskeln seine Äste entsendet: während er bei Chiromys vor der Ohrmuschel eine eigenartige plexusartige Auflösung aufweist, um sich erst dann in das vordere Endgebiet zu begeben (vgl. Fig. 14).

Ein zweiter Nerv, welcher zuweilen mehrfache Wurzeln, beziehentlich ein System von Nervenästen, darstellt, zweigt sich gleichfalls schon in der Parotis oder sogar kurz vor dem Eintritte in dieselbe vom Hauptstamme ab. Dieser Nerv ist hauptsächlich für die Muskeln am Halse und an der Unterlippe bestimmt. Wir wollen ihn

der Kürze wegen Ramus mandibularis nennen: er entspricht den Rr. bucco-labiales inferiores, dem R. marginalis und dem R. subcutan. colli sup. beim Menschen. Dieser R. mandibularis verläuft mit dem Hauptstamme des Facialis nach dem Verlassen der Parotis unter der tiefen Muskelschicht (Sphincter colli etc.), welche medianwärts in den Caninus-Orbicularis übergeht, er verläuft da, wo diese rückgebildet ist, unter der zarten Fascia parot.-masset., die den Masseter und theilweise auch den Buccinator bedeckt. Außer dem Platysma versorgt der R. mandibularis die Unterlippentheile des Orbicularis oris und des Buccinator. Da letztere aufs engste mit den zur Oberlippe, vom Hauptstamme versorgten Muskeln zusammenhängen, prägt der Zusammenhang sich auch in den Nerven aus. Bei Avahis (Fig. 5) gelangt ein Ast von dem unter dem Ductus parotideus verlaufenden R. mandibularis unweit seines Ursprunges auf- und vorwärts; er senkt sich an der Oberlippe in den Hauptstamm ein. Bei Varecia (Fig. 2) befindet sich zwischen beiden Nerven ein langgestrecktes Geflecht, in welches zwei Äste des Hauptstammes und ein Ast des R. mandibularis eingehen. Aus dem Geflecht geht gleichfalls ein Nerv hervor, welchen man an der Oberlippe in den Hauptstamm sich wieder einsenken sieht. Bei Chiromys (Fig. 14) sind Andeutungen dieses langgestreckten Plexus erhalten: denn der R. mandibularis setzt sich aus drei selbständig entstehenden Nerven zusammen, von denen zwei sich bald, die vereinigten aber mit Ästen des dritten erst weit vorn sich vereinigen. Lateral vom Mundwinkel besteht wiederum eine geflechtartige Bildung, so wie die Einsenkung eines kräftigen Astes des R. mandibularis in den Hauptstamm. Bei Propithecus (Fig. 10) ist von einem Plexus zwischen den beiden Nerven nichts mehr nachweisbar; hingegen bleibt der R. mandibularis plexusartig ausgebreitet. Er wird wie bei Chiromys gebildet. erstens aus einem, von der konvexen Seite des Hauptstammes abtretenden Nerven, welcher sich spaltet in zwei bogenförmig vorwärts verlaufende Äste. Letztere vereinigen sich wieder nahe der Unterlippe. Zweitens entstehen an der konkaven Seite des Hauptstammes zwei Äste, welche, bald vereinigt, den Stamm kreuzen und über den Masseter und die Wange nach vorn und unten gelangen, wo der vereinigte Nerv in den R. mandibularis vor dessen Schlingenbildung sich einsenkt. Weiter nach vorn löst sich der letztere in seine Äste zur Unterlippe auf. Der Ramus mandibularis versorgt das Platysma, den Sphincter colli, Theile des Orbicularis oris und des Buccinator und den Mentalis. Während die plexusartige Anordnung

von Nervenästen des R. mandibularis mit denen des Hauptstammes uns den engen Zusammenhang der Endgebiete beider Nerven oder die nicht vollzogene, resp. nicht durchgeführte Trennung der Muskeln an Ober- und Unterlippe vergegenwärtigt, so versinnlicht uns der Mangel von Plexusbildung zwischen dem R. temporalis und dem Hauptstamme des Facialis die frühzeitige Abtrennung ihrer Muskelgebiete von einander.

Der wegen seiner Stärke als eigentliche Fortsetzung des Facialis, als Hauptstamm, aufgefasste Nerv durchsetzt die Parotis und verläuft über den Ductus parotideus in die Gegend des Oberkiefers. Hier vertheilt er sich an den, auf dem unteren Augenlid befindlichen Theil des Orbicularis oculi, an den Muskeln der Nase und der Oberlippe und am Buccinator. Dieser Hauptstamm umfasst Rr. molares und Rr. bucco-labiales superiores des Menschen: wir wollen ihn der Kürze wegen den R. maxillaris nennen; er ist derjenige Facialisast, welcher durch seinen meist isolirten Verlauf zwischen den anderen Facialisästen auf die zwischen Auge und Mundspalte verlegte und hier selbständig differenzirte Muskulatur hinweist. — Und so können wir denn füglich nach der Vertheilung des Facialis in seine drei Äste die im Gesichte lagernden Muskeln auch in drei große Gebiete eintheilen, deren enge Beziehung zu einander an der Muskulatur selbst überall noch nachweisbar war, an den Nerven aber nur durch die Plexus zwischen den Rr. mandibularis et maxillaris erkannt wird, deren ursprüngliche Zusammengehörigkeit indessen durch die Herkunft der drei Nervenäste aus dem Facialis hinlänglich dokumentirt wird.

Was das specielle Verhalten des Ramus maxillaris anbetrifft, so entsendet dieser Ast bei allen Halbaffen (vgl. die betreffenden Figuren 1 aufwärts einen Nerv zum Orbicularis oculi und Auriculo-labialis superior; 2) weiter vorn einen gemeinsam für den ersteren und den Levator labii sup. et nasi bestimmten Nerven, welcher in der Regel zwischen dem Musc. depressor tarsi und dem M. caninus den Stamm verlässt. Dieser Nerv bezeugt die Zusammengehörigkeit beider Muskeln. Bei Propithecus (Fig. 8) gelangt noch ein selbständiger Ast zum M. levator labii super. 3) Ein starker Ast gelangt zwischen dem Caninus und dem Depressor tarsi auf den ersteren zur Unterfläche des Musculus maxillo-labialis: 4) mehrere Äste begeben sich zum Buccinator: 5) die vordersten gelangen zum Caninus und Orbicularis oris: 6) auf dem ganzen Verlaufe aber entstehen kleine Äste, welche zu oberflächlichen Gesichtsmuskeln gelangen.

Die mitgetheilten Untersuchungen über ein stattlich großes, anatomisches Gebiet bilden, wie jede vergleichende Untersuchung, die naturgemäße Grundlage für die Feststellung der Verwandtschaftlichkeit der untersuchten Thiere zu einander. In Anwendung der an der Gesichtsmuskulatur der Halbaffen gefundenen Thatsachen auf die Stellung der in Frage gekommenen Prosimier gelangen wir zu dem Ergebnisse, dass die betreffenden Thiere eng zusammengehören, da die gesammte Gesichtsmuskulatur bei Allen einen gemeinsamen Grundplan erkennen lässt, dass es sich aber bei ihnen um Thiere handelt, welche durch das Einschlagen selbständiger Entwicklungspfade nun weit von der Stammform und von einander sich entfernten, aber immerhin Zweige eines Stammes bilden. So erklären sich durch die Divergenz der Formen von einem Stamme erstens das Erhaltensein primitiver Einrichtungen der Gesichtsmuskulatur hier und da, zweitens die mächtigen Um- und Rückbildungen in gewissen Gebieten der Muskulatur bei Thieren, bei welchen es vielleicht nicht zu erwarten stand. Tarsius, Propithecus z. B. zeichnen sich vor anderen Halbaffen durch die mächtige Differenzirung der tiefen, um die Mundspalte ziehenden Muskelschicht aus und schließen sich sogar in Bezug auf diese enger den Primaten an. Chiromys dagegen zeigt im Gebiete des Orbito-auricularis primitive Zustände, welche bei den übrigen Halbaffen bereits ganz überwunden sind, während die Muskeln auf der Wange und um die Mundspalte und an dem Kinne sich in ganz eigener Weise weitergebildet haben. Letzteres korrespondirt vielleicht mit der eigenthümlichen Umformung dieser Gebilde bei Chiromys. Viele andere Beispiele hierfür sind ja aus der Arbeit zu ersehen. Andere Formen der untersuchten Halbaffen zeigen hinwiederum eine so große Übereinstimmung in der Gesichtsmuskulatur, dass nennenswerthe Verschiedenheiten nicht anzugeben waren. Das gilt namentlich von den Lemurarten, die unter einander und mit Lepilemur, Avahis und Varecia gemeinsame anatomische Einrichtungen besitzen und in den meisten Zuständen Ausgangspunkte für diejenigen bei Tarsius, Propithecus und Chiromys waren. Es haben die Prosimier ihre eigene Geschichte, ihren eigenen Stammbaum. Sie alle kurz als die Vorfahren der höheren Säugethierordnungen zu betrachten, die Organisation letzterer von derjenigen irgend eines Halbaffen zu versuchen abzuleiten, muss auch auf Grund dieser Beiträge zurückgewiesen werden. Es wollen die Halbaffen zuerst insgesammt betrachtet sein. Aus dem Ganzen soll das Gemeinsame erkannt werden, und erst das Gemeinsame darf zum Vergleichungsmaterial

verwendet werden. So wollen wir verfahren und eine vergleichend-anatomische Darstellung der Gesichtsmuskulatur der Primaten demnächst folgen lassen, um das, was uns die Halbaffen lehrten, mit Vorsicht anzuwenden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIV—XVI.

Fig. 1—3. Gesichtsmuskulatur von Varecia. Fig. 1. Das Platysma ist größtentheils entfernt, um den Sphincter colli sichtbar zu machen. — Fig. 2. Verzweigung des Nervus facialis. Der Orbicularis oris in seinem Zusammenhange mit dem Musc. maxillo-labialis. — Fig. 3. Buccinator und Mentalis.

Fig. 4 und 5. Muskulatur von Avahis. Fig. 4. Oberflächliche Muskeln. — Fig. 5. Tiefe Muskeln des Gesichtes und Verzweigung des Nervus facialis.

Fig. 6. Oberflächliche Muskulatur von Lepilemur mustelinus; die tiefe ist am Halse erkennbar.

Fig. 7. Tiefe Muskulatur am Halse und im Gesichte von Lemur nigrifrons: Sphincter colli, Orbicularis oris und Nasalis. Außerdem sind von der oberflächlichen Schicht Theile des Orbicularis oculi und des Levator labii et nasi erhalten.

Fig. 8—10. Gesichtsmuskeln und Nerven von Propithecus. Fig. 8. Oberflächliche Muskellage mit den Verzweigungen des Facialis. — Fig. 9. Die von der tiefen Muskelschicht erhaltenen Gebilde um die Mundspalte: Orbicularis oris, Maxillo-labialis und Buccinator. — Fig. 10. Verzweigung des Nervus facialis im Gesichte.

Fig. 11—15. Muskeln und Nerven des Gesichtes von Chiromys madagascariensis. Fig. 11. Tiefe Muskeln hinter dem Ohre. — Fig. 15. Oberflächliche Muskeln hinter der Ohrmuschel und auf der Rückfläche der letzteren. — Fig. 12. Oberflächliche Gesichtsmuskeln und die Nervenverzweigungen des Facialis. — Fig. 13. Tiefe Lagen des Musculus orbito-auricularis, des Orbicularis oculi und des Levator labii et nasi. — Fig. 14. Verästelung des Nervus facialis; tiefe Lage des Mentalis; Mandibulo-auricularis.

Die Muskeln und Nerven sind mit ihren vollständigen Namen bezeichnet worden.

Zur Beurtheilung des Apseudes-Artikels des Herrn Boas.

Von

Prof. C. Claus
in Wien.

In den geschichtlichen Vorbemerkungen zu einer kleinen kürzlich publicirten Schrift über Apseudes Latreillii Edw. (Arbeiten aus dem zool. Institute Wien V. Band 1884) hatte ich die Beschreibung der Apseudesgliedmaßen, welche von J. V. Boas in dessen Malakostrakenstudien (Morpholog. Jahrb. 1883) veröffentlicht worden war, als strengeren Anforderungen nicht genügend und die beigegebenen Abbildungen als mangelhaft bezeichnet. Jeder, der sich die Mühe nehmen will, die in den citirten Studien enthaltenen Bemerkungen und Abbildungen über Apseudes näher anzusehen, wird gewiss meinem Urtheil beistimmen, aber sogleich auch finden, dass dasselbe für B. gar nicht verletzend sein konnte, da dieser Autor, wie er selbst »nicht zur Entschuldigung sondern zur Erklärung« hervorhebt, sich gar nicht zur Aufgabe gestellt hatte, eine Beschreibung von Apseudes zu liefern, vielmehr nur solche Punkte zu berücksichtigen, welche für seine Aufgabe von Bedeutung waren. »Hätte ich mir, sagt derselbe, es als Aufgabe gestellt eine Beschreibung von Apseudes zu liefern, wären meine Mittheilungen etwas anders ausgefallen.«

Gleichwohl hat Boas eine andere Meinung über seine Apseudes-Leistung, mit welcher er, wie er sich ausdrückt, das Thema einigermaßen erschöpft zu haben glaubt und geräth nun vollends über die auf die Abbildungen bezügliche Äußerung dermaßen in Aufregung, dass er auf meine berichtigenden Angaben in einen Ton verfällt,

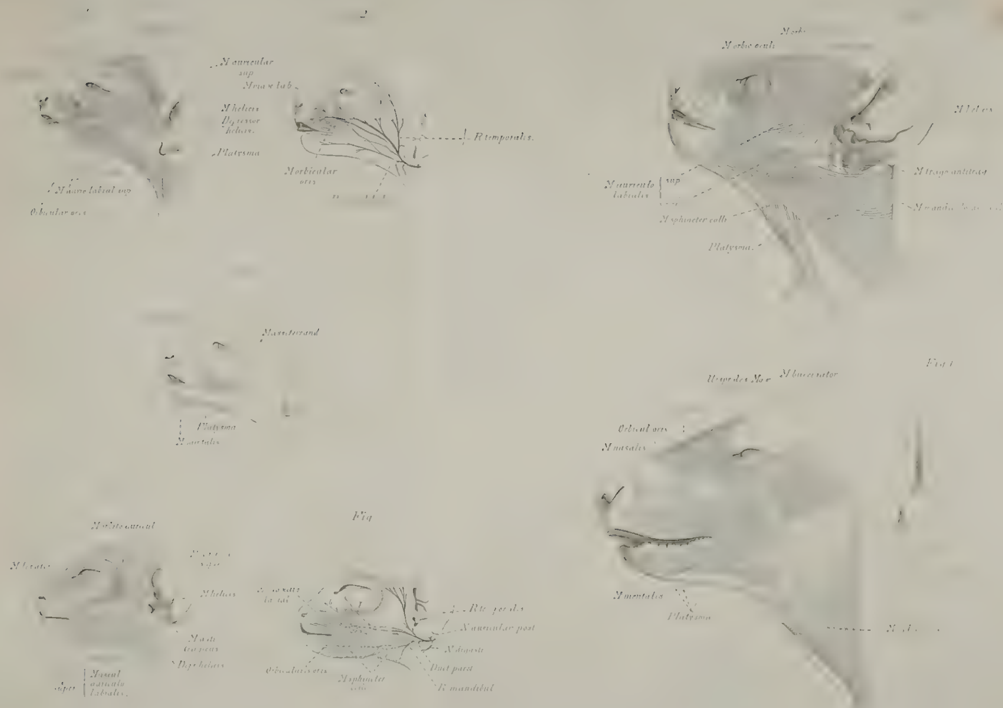

M auricular
sup
M helicis
Depressor
helicis.
Platysma
M orbicular
oris
R temporalis.
M orbic oculi
M auriculo
labialis
sup
M sphincter colli
Platysma.
Platysma
M buccinator
Orbicul oris
M nasalis
M mentalis
Platysma
N auricular post
Duct parot
R mandibul
Orbicularis oris

Fig. 8

Fig. 1

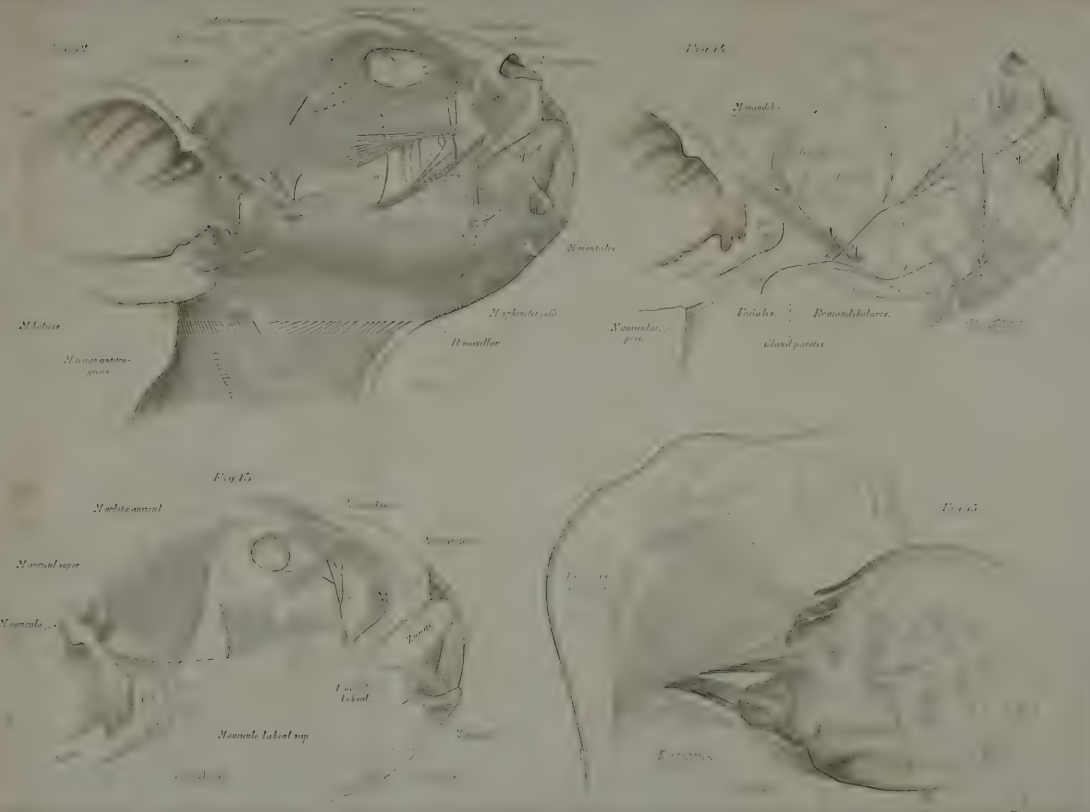


Fig 12
Mmentalis
Mbuccin
Mmaxillo-labial sup
Mmaxillo-labial inf
Mmaxillo-labial
Mmaxillo-labial sup
Mmaxillo-labial inf
Fig 13
Mmandib
Mmentalis
Mbuccinator
Mmaxillo-labial
Mmaxillo-labial sup
Mmaxillo-labial inf
Fig 14
Mmandib
Mmaxillo-labial
Mmaxillo-labial sup
Mmaxillo-labial inf
Fig 15
Mmaxillo-labial
Mmaxillo-labial sup
Mmaxillo-labial inf
Mmaxillo-labial sup

dessen Qualificirung ich gern dem Urtheile des vorurtheilsfreien Lesers überlassen kann. Seine Abbildungen seien mangelhaft und strengeren Anforderungen nicht genügend, einzelne gar schematisirt genannt, das sei eine unwahre Beschuldigung, zur Herabsetzung eines jüngeren Forschers erfunden! Die Differenzen der beiderseitigen Abbildungen erklärten sich vielmehr einfach und ungezwungen aus einem Umstande, der, so unglaublich es auch scheine, von mir gar nicht bemerkt worden sei, aus der Verschiedenheit der von ihm und mir untersuchten Arten! In Wahrheit hat jedoch diese Einrede mit der Qualificirung der Abbildungen nichts zu thun, welche mangelhaft und theilweise schematisirt bleiben, gleichviel welcher Art dieselben entlehnt sind. Um sich selbst ein Urtheil zu bilden, wolle der Leser die betreffenden Figuren in B.'s Studien, insbesondere die auf die zweite Maxille und den Maxillarfuß bezüglichen Fig. 28, 28 *a*, 8 sich näher ansehen und mit den Abbildungen meiner Schrift (Fig. 10, 10 *a*, 11, 12, 13) vergleichen, von denen ich übrigens bereitwillig zugestehe, dass sie noch durchaus nicht die Stufe der Vollkommenheit erreichen. Jene, durchweg auf äußere Umrisse beschränkt und theilweise mit verschiedenen Farben kolorirt, sind unter schwachen Vergrößerungen generell behandelt und mit Bezug auf die nähere Ausführung überaus mangelhaft. Dass die Umrisse mittels der Camera lucida ausgeführt wurden, ändert selbstverständlich an der Sache nicht das Geringste. Wenn eine schalenförmig gebogene Platte, wie die Epipodiallamelle des zweiten Kieferfußes einfach durch ihre äußere Kontour als flache Lamelle dargestellt wird, so nenne ich das eben schematisirt, gleichviel ob der Umriss mittels Camera oder ohne Hilfe derselben gezeichnet wurde.

Das Neue und Wichtige, welches die Mittheilungen von B. gebracht, soll sich auf zwei von demselben näher bezeichnete Punkte beziehen, 1) auf die Deutung des Palpus der ersten Maxille als Endognath, gegenüber der Auffassung von G. O. Sars, welcher denselben als Epignath aufgefasst hatte und 2) auf den Nachweis von der Trennung beider Maxillarfüße, die nach G. O. Sars an der Basis zusammenhängend »basi connati« dargestellt waren. In Betreff des Maxillarpalpus kam ich selbst durch den Vergleich mit dem als Putzfuß fungirenden Nebalia-Taster zu der gleichen Deutung, welcher ich jedoch, da sie mir fast selbstverständlich schien, keinen so großen Werth beilegte, um den Gegensatz zu der älteren Sars-schen Auffassung nochmals zu berühren und das Verdienst des dä-

nischen Autors rühmend hervorzuheben. Bezüglich der Trennung beider Maxillarfüße, auf welche Boas in einer Anmerkung seiner Studien hingewiesen, zeigte ich nun, dass beide median dicht einander anliegende Maxillarfüße durch ihre Laden, die durch einen eigenthümlichen Haltapparat in einander greifender Häkchen zu einer gemeinsamen lippenartigen Platte vereinigt sind, thatsächlich in einem näheren Zusammenhange stehen, wenn auch ihre Basalglieder selbständig bleiben. Boas scheint diesen ihm völlig unbekannt gebliebenen Zusammenhang beider nach Art einer Unterlippe verbundenen Gliedmaßenladen seiner Verbesserung der Sars'schen Angabe gegenüber für nebensächlich und unwesentlich zu halten.

Was Boas unter »einigermaßen erschöpfender« Behandlung versteht, wird der Leser am besten beurtheilen, wenn er erfährt, dass in den bewussten Studien (Morphol. Jahrb. VIII) der beiden Antennenpaare so wie der Mandibeln eben nur Erwähnung geschieht und die Paragnathen, deren Darstellung in dem langen Malakostrakenaufsatz überhaupt vergessen zu sein scheint, gar nicht berührt werden. Von jenen Gliedmaßenpaaren wird berichtet: »An den Antennulen finden sich zwei Geißeln, während die echten Isopoden immer nur eine besitzen. Die Antennen (Fig. 77) sind mit einer recht wohl entwickelten Squama versehen, die bekanntlich den meisten Isopoden abgeht. Die Mandibeln (Fig. 68 und 68 *a*) sind von typischer Isopodengestalt und bieten kein besonderes Interesse.« Und das nennt Boas eine einigermaßen erschöpfende Behandlung, in der »alles Überflüssige der Übersichtlichkeit und Klarheit halber vermieden wurde«. Angesichts einer derartigen Selbsttäuschung war ich natürlich nicht im Stande, an irgend einem Punkte unserer Kenntnis etwas Wesentliches zuzufügen, da Boas unter Wesentlichem eben das versteht, was er selbst bereits gekannt und berücksichtigt hat.

So viel über die Berechtigung meines Urtheils, dass die Beschreibungen jenes Autors eben so wenig wie die von demselben beigefügten mangelhaften Abbildungen strengeren Anforderungen genügen.

Boas hat es nun aber weiterhin für zweckmäßig gehalten, mehrere meiner speciellen Bemerkungen, welche von den bisherigen Darstellungen des Apseudes abweichen und, wenn sie richtig wären, doch wohl eine wesentliche Korrektur enthalten würden, anzugreifen, leider freilich ohne sie zu widerlegen, da eben die Tonart des Artikels nicht die Beweisführung ausmacht. In Betreff der Körpergliederung hatte ich beobachtet, dass bei A. Latreillii das erste der

sechs vermeintlich freien Brustsegmente ventralwärts mit dem Integument des Cephalothorax unbeweglich verbunden sei, so »dass streng genommen nur von fünf frei beweglichen Brustringen die Rede sein könne«. Boas nennt diese Angabe kurzweg »falsch« und spottet über eine so werthvolle Entdeckung. Als Beweis dient ihm der Befund bei A. spinosus im Widerspruch freilich zu dem für die Differenzen in der Gliedmaßengestaltung herangezogenen Erklärungsversuche). Hier habe er sich unschwer überzeugen können, dass die beiden betreffenden Segmente (des Scherenfußes und des nachfolgenden ersten der sechs Beinpaare auch an der Ventralseite durch eine Gelenkhaut verbunden seien und dass diese Verbindung, wie er durch »kleine Manipulationen« gefunden habe, eine bewegliche sei. Begreift denn aber Boas nicht, dass er mit dieser Behauptung weder meine Angabe für A. Latreillii widerlegt, noch die seinige von der freien Beweglichkeit für A. spinosus bewiesen hat. Bei der ersten Art verhält sich die Sache genau nach meiner Beschreibung: beide Segmente sind an der Bauchseite ohne Abgrenzung verschmolzen, und es fehlen jenen Segmenten, wie ich nunmehr hinzufüge, die paarigen Beugemuskeln, welche mit dem ersten der fünf frei beweglichen Brustringe beginnen und von Segment zu Segment verlaufen. Somit ist meine Angabe auch durch das Verhalten der Muskeln, deren Beschreibung ich dem zweiten, von den innern Organen handelnden Abschnitte der Apseudesschrift vorbehalten habe, als völlig korrekt erwiesen. Wie sich nun in diesem Punkte A. spinosus verhält, vermag ich natürlich nicht zu sagen, da ich jene Art nicht untersucht habe. Indessen dürfte doch wohl das Verhalten der Muskeln als von generischem Werthe kein anderes sein. Vielleicht ist noch eine Grenzkontour als letzter Überrest einer ursprünglichen Trennung zurückgeblieben, aus der jedoch nichts für die freie Beweglichkeit folgt. Erst der Nachweis vorhandener Muskeln würde für die letztere entscheidend sein, nicht aber gewisse »kleine Manipulationen«, wie sie etwa der mit den Beweismitteln in solchen Fragen noch nicht vertraute Anfänger anwendet, im Glauben, damit etwas beweisen zu können.

Und nun der zweite ein nicht minder elementares Verhältnis betreffende Punkt bezüglich des Auges. Glaubt denn Boas in allem Ernste, durch die mitgetheilte Skizze vom Kopfintegument des A. spinosus den Beweis für das Stielauge von Apseudes erbracht zu haben? Ein Stielauge, wenn es auch seine Beweglichkeit verloren hat, muss doch wenigstens an der Basis scharf von dem Kopfe ab-

gehoben, von einem Stiele getragen sein. Besitzt dasselbe aber auch keinen Stiel, und ist lediglich noch durch eine oberflächliche cuticulare Umrandung von den umgebenden Partien des Kopfintegumentes abgegrenzt, also ohne Stiel und Bewegung, so ist es eben ein Sitzauge. Dass die cuticulare Umgrenzung, deren Vorhandensein wir längst von besseren Abbildungen einer Apseudes-Art kannten, ein höchst untergeordneter Werth für den Begriff »Stielauge« zukommt, ergiebt sich eben aus dem vollständigen Mangel dieser Umrandung bei A. Latreillii, wie ich in den Fig. 1 und 2 meiner Schrift dargestellt habe, und von dessen Richtigkeit sich Jeder sogleich bei der ersten Betrachtung des ersten besten Exemplares überzeugen kann. Das Auge von A. Latreillii ist nicht nur ein vollständiges Sitzauge, sondern noch dazu ein sehr kleines und reducirtes Sitzauge mit glatter Cornealhaut und nur wenigen Nervenstäben.

Wenn aber Boas gar »die Augenstiele bei Apseudes als selbständige dem Kopfe eingefügte Gebilde« darstellt, so zeigt er hiermit nicht nur, dass er viel mehr beschreibt, als er zu sehen vermag, sondern dass er vom Stielauge, wie ich ihm bereits früher vorhielt, eine ganz verfehlte Vorstellung besitzt. Vielleicht dass ihm diese Bemerkung, die er als »vollkommen unverständlich« zurückwies, jetzt verständlicher wird. Hätte Boas den Bau und die Entwicklung des Stielauges bei Branchipus und bei den Zoëen der Decapoden etwas kennen zu lernen sich bemüht und die hierüber publicirte Litteratur nicht völlig unbeachtet gelassen, so würde er haben wissen müssen, dass das Stielauge überhaupt kein selbständiges dem Kopfe eingefügtes Gebilde, sondern den beweglich abgesetzten Seitentheil des Kopfes selbst repräsentirt. Wenn ich mir vordem die Angabe Boas »Bekanntlich sitzen die Augen von Apseudes auf kurzen unbeweglichen Stielen« durch die Annahme erklärt hatte, der dänische Autor sei einfach, ohne sich das Auge von Apseudes näher anzusehen, den Angaben seiner Vorgänger gefolgt, womit gewiss keine Herabsetzung beabsichtigt sein konnte, so erklärt sich nunmehr der Widerspruch aus dem völlig unzureichenden Begriffe, den Boas von den Beweismitteln zur Bestimmung des Stielauges besitzt.

Sollte übrigens Boas in Zukunft geneigt sein, sich mit den Vorbegriffen der Organisation und Entwicklung bekannt zu machen, so dürfte er vielleicht vor einem erneuten Versuche, mir in der Deutung integumentaler Kontouren Lektionen zu ertheilen, abstehen und dann wahrscheinlich auch eine andere Tonart zu gebrauchen lernen als die, welche er in seinem Artikel anzuschlagen beliebte.

Untersuchungen über marine Rhipidoglossen.

II. Textur des Centralnervensystemes und seiner Hüllen.

Von

Dr. Béla Haller.

Mit Tafel XVII—XXIV und 5 Holzschnittfiguren.

Obgleich der vorliegende zweite Theil meiner Rhipidoglossenstudie[1] bereits seit zwei Jahren abgeschlossen wurde, so konnte sowohl die Fertigstellung zum Drucke des Textes, wie der zeitraubenden Tafeln erst jetzt beendet werden. Neben anderen Arbeiten waren es verschiedene äußere Umstände, darunter hauptsächlich oftmaliger Domicilwechsel, welche diese Verzögerung verschuldeten.

Dieser zweite Theil erörtert den feineren Bau des Centralnervensystemes und mag somit als die Ergänzung des ersten Theiles, d. h. des Abschnittes über das Centralnervensystem, betrachtet werden, welcher ohne jene Kenntnis wenigstens theilweise unverständlich bleibt. Dass es mir hierbei sehr erwünscht gewesen wäre, die feinere Struktur mit der Publikation der äußeren Verhältnisse des Nervensystemes als eine einheitliche Arbeit zu veröffentlichen, brauche ich nicht weiter zu versichern, da ja nur dann die Beschreibung eines Organsystemes, Organes oder Organtheiles auf relative Vollständigkeit Anspruch erheben kann, wenn neben der möglichst detaillirten Auseinandersetzung der äußeren Verhältnisse, der sogenannten gröberen Anatomie, auch die Textur desselben, die Histologie, in gleicher Weise gewürdigt wurde. Sowohl die Vernachlässigung des Einen

[1] Der I. Theil erschien in Bd. IX dieses Jahrbuches.

wie des Anderen führt zu Lückenhaftigkeit und die aus solchen Untersuchungen gefolgerten Verallgemeinerungen schlagen in der Regel fehl, wie ja dafür die Litteratur beweiskräftig genug auftritt. Obgleich aber mir diese bereits von bedeutender Seite betonte Forschungsweise genau vor Augen schwebte, war mein Plan dazumal, als ich den ersten Theil dieser Arbeit publicirt hatte, aus den erwähnten Gründen undurchführbar.

Die Untersuchung selbst ist scheinbar nicht ausführlich genug ausgefallen, so habe ich z. B. die Textur[1] der mehr peripheren Theile des Centralnervensystemes und hauptsächlich der Eingeweideganglien nicht beschrieben, bloß aus dem Grunde, weil diese Textur mit jener der Pedalstränge und der Cerebralganglien eine äußerst übereinstimmende ist; aber auch desshalb, weil das Studium der lokalen Eigenheiten, wie eventuelle Verschiedenheiten in den Ganglienzellen, mich von meinem bestimmten Plane abgelenkt hätten.

Bei der Eintheilung der Beschreibung hielt ich es für zweckentsprechend zuerst die Formen der Ganglienzellen zu erörtern und der weiteren Beschreibung das allgemeine Verhalten der Nervenzellenfortsätze, so kurz als möglich voranzustellen; eine Beschreibungsweise[2] also, die zwar von der allgemein, sowohl in einzelnen Arbeiten wie in Lehrbüchern üblichen Weise, zuvor das topographische Verhalten zu erörtern[3] und nachher an den einzelnen Theilen auf die Ganglienzellen einzugehen, abweicht, doch bei vielen neuen Thatsachen mir geboten erschien und desshalb wohl keinen Tadel zuziehen dürfte. Dass aber dieses Verhalten nicht ganz genau eingehalten werden konnte, ist leicht begreiflich.

Was die angewandten Reagentien betrifft, so möge darüber Einiges in Kürze mitgetheilt werden. Das Nervensystem wurde noch an der See zu Triest aus dem lebenden Thiere gehoben, bei allen Formen die Cerebralganglien gänzlich, die Fußstränge bei *Fissurella*

---

[1] Den Begriff Textur fasse ich jenem der Struktur als untergeordnet, d. h. als einen Theil desselben auf.

[2] Reinhold Buchholz schien das Bedürfnis dieser Richtung in der Beschreibung empfunden zu haben, wie er selbst zugesteht, und begann in seiner verdienstvollen Arbeit »Bemerkungen über den histol. Bau des Centralnervensystemes der Süßwassermollusken« Müller's Arch. 1863, mit den Ganglienzellen. Leider hat er seine Arbeit nie fortgesetzt.

[3] Diese Gewohnheit entspricht dem behandelten Materiale, wo es zu Ganglienbildungen kam (Bauchmark, Gehirn der Wirbelthiere etc., und somit auch zugleich zur histologischen Differenzirung.

mit einer dünnen Schicht als Unterlage aus dem Fuße; bei *Haliotis* und den *Trochiden* wurden die Pedalstränge, da sie zwischen Muskeln gelegen sind, nicht vorher freipräparirt, sondern der Fuß in mehrere dicke Querschnitte zerlegt und so gehärtet. Als Härtungsreagens verwerthete ich Chromsäurelösung, Alkohol für sich und Überosmiumsäure. Die in Chromsäure konservirten Objekte gaben zwar leidliche Präparate für das centrale Nervennetz, doch auch für dieses nicht in allen Fällen; für die Ganglienzellen ist Chromsäure jedoch gänzlich zu verwerfen, da trotz aller Vorsicht die Schrumpfung zu groß war, und man nur in den seltensten Fällen einigermaßen brauchbare Präparate erhalten konnte. Die Koncentrationsgrade des Alkohols, gradatim angewandt, geben zwar bessere Präparate, als Chromsäure, aber obgleich sie für das Centralnervensystem der Wirbelthiere und einiger Wirbellosen-Gruppen gute Dienste leisten, steht diese Härtungsweise wenigstens für die untersuchten Mollusken jener mit Überosmiumsäure nach. Überosmiumsäure giebt bei der auch sonst üblichen Anwendung selbst dann noch schöne Präparate, wenn die Verbrennung eine intensive war. Um bei der nachträglichen Alkoholverwendung durch die Schrumpfung keinem Nachtheile ausgesetzt zu sein, muss man koncentrirtere Lösung (5%) längere Zeit einwirken lassen. So gehärtete Objekte mit ammoniakalischem Karmin tingirt, geben tadellose Präparate.

Zur Isolirung wurde das von mir schon bei mehreren Gelegenheiten empfohlene Gemisch von Glycerin, Eisessig und destillirtem Wasser (0,5, 0,5, 2,0) auch diesmal mit Erfolg verwendet: denn sowohl durch die rasch erfolgende Isolirung der Gewebselemente (bereits nach $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden), als auch durch den Umstand, dass bei der gelungenen Mischung keine Schrumpfung erfolgt, stellt sich hier dieses Gemisch allen anderen Isolationsflüssigkeiten, wie verdünntes chromsaures Kali, Jodlösung und verdünntem Alkohol an die Spitze. Nur auf diese Weise ganz frisch isolirte Präparate wurden untersucht.

Retesdorf, bei Schässburg in Siebenbürgen, im April 1885.

Die Ganglienzellen.

Die Scheidung der Ganglienzellen bei dieser Beschreibung geschieht mehr aus Zweckmäßigkeitsgründen, denn obgleich durch den Fleiß zahlreicher Forscher im Hirne der höheren Organismen je nach

den verschiedenen Hirntheilen, ja selbst im Bauchmarke der genauer untersuchten *Anneliden* etc. nach ihrer Form und Größe verschiedene Zellarten nervöser Natur entdeckt wurden, können wir bei diesen niedersten Formen der Gasteropoden, wo es selbst äußerlich zu keiner belangreichen Sonderung der Theile des Centralnervensystemes kam, auch innerlich keine lokale Sonderung der Ganglienzellengruppen zu physiologischen Herden, und somit keine auffallenden Gestaltungen finden. Im Gegensatze hierzu ist es im Gehirne der Wirbelthiere und im Bauchmarke der *Anneliden* und *Arthropoden* zu sogenannten Kernbildungen (hier Knoten genannt) gekommen, d. h. zu Sonderungen einzelner physiologischer Theile, während im Rückenmark die Vertheilung der Ganglienzellen, wenn wir von den ganglienartigen Anschwellungen im Halsmarke der *Trigliden* oder etwa von den elektrischen Centren der *Torpedinen* absehen wollen, keine stellenweise Sonderung, Ganglienbildung aufweist[1]. Dadurch, dass im Fußstrang der *Rhipidoglossen* die Ganglienzellen von gleicher physiologischer Aufgabe sich noch nicht in Gruppen gesondert haben, sondern alle Ganglienzellen der verschiedensten physiologischen Dignität gleichmäßig vertheilt liegen, werden sie bezüglich der Form und Größe durch Übergangsformen morphologischer Art so innig mit einander verbunden, dass es unmöglich ist verschiedene Formen derselben aufzustellen.

Bevor ich auf die Ganglienzellen eingehe, sollen ihre Fortsätze erörtert und je nach ihrem Endverhalten mit passenden Namen gekennzeichnet werden.

1868 entdeckte Deiters[2] einen starken Fortsatz der Ganglienzelle der grauen Substanz des Rückenmarkes der Säuger, welcher.

---

[1] Im Rückenmarke des *Orthagoriscus*, wie ich darüber noch ausführlicher berichten werde, ist es zu keiner Ganglienbildung gekommen, wie dieses seit Arsaky (Commentario de piscium cerebro et medulla spinali. Lipsiae 1836 pag. 1—7) angenommen wird. Vielmehr ist die außerordentliche Verkürzung des Rückenmarkes bloß eine direkte Folge, wie dies ja klar ist, der Körperkürze und da es bei diesem Umstande keiner größeren Quantität von Nervengewebe bedurfte, so kam es auch zu keinen, weder äußerlich noch innerlich erkennbaren, Ganglienbildungen, wie dieses etwa bei dem Rückenmarke des *Lophius* der Fall ist, wo durch die voluminösere Ausbildung des Vorderkörpers die Verkürzung bei gleichbleibendem quantitativem Bedarf von Ganglienzellen sich vollzog. In vieler Beziehung sind bei *Orthagoriscus* noch primärere Verhältnisse zu konstatiren als bei anderen *Theleostiern*, so z. B. noch keine scharfe Sonderung der grauen Substanz von der weißen.

[2] »Observationes de structura cellularum fibrarumque nervarum.« Bonn. 1868.

wie Deiters öfter konstatiren konnte, sich allmählich verdickend in einen Achsencylinder überging: er nannte damals diesen Fortsatz der Ganglienzelle »Nervenfortsatz«. Andere Fortsätze, welche von dem Zellleibe der Ganglienzelle nun nicht in der Einzahl, wie der »Nervenfortsatz«, sondern zu mehreren abtraten, verästelten sich alsbald: diese Fortsätze nannte Deiters »Protoplasmafortsätze«. Bei der Benennung der Fortsätze war von Deiters also ihr Endverhalten maßgebend, entweder ging der Fortsatz direkt in den Achsencylinder über oder nicht, er verästelte sich.

Bekanntlich wurde schon fast zwölf Jahre vor der Deiters'schen Publikation von G. Wagener[1] über einen Fortsatz der Ganglienzelle berichtet, welcher nicht vom Zellleibe seinen Ursprung nahm, sondern direkt vom Kernkörper. Eine lange und ermüdende Kontroverse war Folge dieser Entdeckung, bis schließlich Aug. Solbrig[2] den oftmaligen Ursprung einer Nervenfaser vom Kernkörperchen im Centralnervensystem der *Pulmonaten* direkt bewiesen hat. Seit dieser Zeit hat aber auch die Deiters'sche Nomenklatur der Ganglienzellenfortsätze eine Abänderung erfahren, denn nun benannte Solbrig den Zellfortsatz, je nachdem dieser vom Kernkörper oder Zellleibe entsprang, als »Kernkörperfortsatz« und »Parenchymfortsatz«. Da nun Solbrig angiebt, an dem Kernkörperfortsatze »weder eine Theilung noch das Abgeben feinerer Fäserchen wahrgenommen« zu haben, die Parenchymfortsätze aber sich entweder ungetheilt in eine Nervenfaser fortsetzen, nach Art der Deiters'schen Nervenfortsätze der grauen Rückenmarkssubstanz, oder sich bald nach ihrem Abgange theilten, ähnlich den Protoplasmafortsätzen Deiters', so kann von Rechts wegen weder die eine noch die andere Nomenklatur bestehen. Um aber eine neue Nomenklatur, denn deren bedarf es, wie eben erörtert wurde, möglichst zutreffend festzustellen, will ich den von mir erlangten Resultaten vorgreifen und durch die schon im Vornherein anzugebenden Thatbestände eine die weitere Beschreibung erleichternde Nomenklatur aufstellen.

Nach meinen Untersuchungen an den Ganglienzellen der *Rhipidoglossen* entspringt der Fortsatz aus der Ganglienzelle entweder aus deren Zellleib oder aus deren Kernkörper. Viele Zellen können beide Ursprungsweisen zeigen, viele zeigen nur jene aus dem Zell-

[1] »Über den Zusammenhang des Kernes und Kernkörperchens der Ganglienzelle mit der Nervenfaser.« Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII.

[2] »Über die feinere Struktur der Nervenelemente bei den Gastropoden.« Leipzig. 1872.

leibe, nie giebt es aber Zellen, die bloß den Kernkörperfortsatz besäßen. Was weiter das periphere Verhalten der »Nervenfortsätze« betrifft, so fand ich, dass jeder von beiderlei Fortsätzen, sowohl der des Kernkörpers als jener des Zellleibes entweder *a*) in eine in den abtretenden Nerv übergehende Nervenfaser sich fortsetzte, oder *b*) direkt mit einem Fortsatze beliebiger Art einer anderen Ganglienzelle sich verbindet, oder schließlich *c*) sich in das centralwärts im Fußstrange etc. gelegene Netzwerk auflöst. Somit zeigen die Fortsätze zweierlei Ursprunges in ihrem peripheren Verhalten unter einander keine Verschiedenheiten. Aus diesem Grunde möchte ich *zur näheren Bestimmung* eines Fortsatzes zwar die Solbrig'schen Bezeichnungen beibehalten, zugleich aber bemerken, dass es mir aus physiologischen Gründen zweckentsprechend scheint, die Fortsätze nach ihrem peripheren Verhalten zu benennen. Die Deiters'sche Nomenklatur ist aber heute auch schon darum ungenügend, weil die Benennung »Protoplasmafortsatz« leicht zu Missverständnissen Anlass geben könnte, andererseits aber auch aus früher erwähnten Gründen minder gut gewählt ist.

Ich nenne den Fortsatz der Ganglienzelle 1) einen *Verbindungsfortsatz*, wenn er die Zelle mit einer anderen direkt verbindet; 2) einen *Netzfortsatz*[1], wenn er sich in das Nervennetz im Centraltheil des Centralnervensystemes auflöst und endlich 3) einen *Stammfortsatz*, wenn er sich als Faser in einen peripheren Nerven oder in eine Kommissur direkt fortsetzt. Diese letzte Art der Fortsätze ist dem Deiters'schen »Nervenfortsatze« gleich, doch halte ich diese Benennung, da ja alle Fortsätze einer Ganglienzelle naturgemäß nur nervöser Natur sein können, für unbrauchbar. Für die Übertragung dieser Nomenklatur auf die Wirbelthiere nehme ich sowohl nach eigenen Untersuchungen an Knochenfischen, wie auch nach den zahlreichen Angaben in der Litteratur keinen Anstand.

Nun möge auf die Beschreibung der Ganglienzellen übergegangen und mit den größten Formen begonnen werden.

Meine ersten Erfahrungen habe ich an Isolationspräparaten gesammelt und sie dann an Quer- und Längsschnitten ganzer Nerventheile bereichert. Bei allen von mir untersuchten Rhipidoglossen konnte ich die größten Zellen für 0,195—0,201 mm, bei 0,078 mm Kerngröße feststellen; diese Zellen nenne ich *Dreieckzellen*. Die

[1] Der Netzfortsatz wäre dann identisch mit dem Reiserfortsatze Virchow's bei den Vertebraten.

dreieckige Form zeigen diese Zellen am ausgezeichnetsten bei den *Haliotiden* und den *Trochiden* (Fig. 11 *a*; ihre Form war hier stets lang, gleichschenklig mit kurzer Basis. An den Basiswinkeln besaß diese Zelle *stets* je einen Fortsatz von bedeutender Breite; ein dritter gewöhnlich sehr breiter, bandförmiger Fortsatz begann am Scheitelwinkel und war an Isolationspräparaten von ganz besonderer Länge. *Die zwei oberen Fortsätze verbanden sich, wie ich dies jetzt schon betonen möchte, stets direkt mit corticalwärts gelegenen kleineren Zellen.* Für *Haliotis* und *Turbo* trifft die gegebene Beschreibung dieser Zellen in den meisten Fällen vollständig zu, und seltener finden sich unter diesen solche, die mehr als drei Fortsätze aufweisen. Bei *Fissurella* läuft zwar das zugespitzte Ende der Zelle am Scheitelwinkel, gleich wie bei jenen der vorigen Gattungen, in den meisten Fällen in seinen längeren Fortsatz aus, doch sind die zwei oberen Fortsätze nicht immer vorhanden (Fig. 1 *a*); in anderen Fällen wieder gehen außer den drei genannten Fortsätzen noch mehrere lateralwärts vom Zellleibe (Fig. 3) ab. Die Lage dieser Zellen ist stets derart, dass der vom Scheitelwinkel des Dreieckes abgehende und als konstanter Bestandtheil dieser Zellen zu betrachtende Fortsatz, gegen das Centrum des Nerventheiles und nie, wie die zwei oberen Fortsätze, corticalwärts gerichtet ist. In den meisten Fällen ist dieser Fortsatz direkt in einen Nervenstamm sich fortsetzend erkannt worden (Fig. 56 *A*) und stellt somit meistens einen Stammfortsatz vor; in diesem Falle ist er vom Anfange gleich sehr breit. Oft fand es sich auch, wie wir noch später dieses ausführlicher erörtern werden, dass nachdem dieser eben genannte Fortsatz sich auf einer weiten Strecke zwischen dem Nervennetze fortsetzte, schließlich in Endäste zerfiel (Fig. 37 *A*) und der Anfangs einen Stammfortsatz vortäuschende Faden ein veritabler Netzfortsatz war. Der erste Fall kam bei *Haliotis* und den *Trochiden*, der letzte bei *Fissurella* häufiger zur Beobachtung.

Die zwei oberen Fortsätze treten bei den *Haliotiden* und *Trochiden* der Peripherie des Nerventheiles zu mit je einer kleineren multi- oder doch tripolaren Ganglienzelle in direkte Verbindung (Fig. 46, 56, 57).

Bei *Fissurella* scheint in den meisten Fällen die dreieckige Form dieser größten Zellen geschwunden, denn mit wenigen Ausnahmen (Fig. 3, 7) besitzen sie entweder die oberen zwei Fortsätze nicht mehr in jener Lage zum Zellkörper wie zuvor, oder es treten dieselben geradezu weit nach unten von demselben ab (Fig. 4). Die Dreieckform macht hier einer mehr birnförmigen Platz.

Ich habe oben erwähnt, dass der untere Fortsatz bei den zwei genannten Formen immer sehr lang ist und entweder als direkter Stammfortsatz sich verlängert oder doch erst nach erreichter bedeutender Länge sich in das centrale Netz auflöst. Bei *Fissurella* jedoch findet man öfter, dass der kurze, strunkförmige Fortsatz dieser Zellen alsbald nach seinem Abtreten, ohne sich weiter zu verlängern, in das Netz sich auflöst (Fig. 7): in anderen Fällen wieder treten zwei solcher Fortsätze vom Zellleibe ab, die bald darauf aber in Endäste zerfallen und nach kurzem Verlaufe sich in das Netz auflösen (Fig. 4). Diesen starken Fortsatz sah ich bei *Fissurella* manchmal sich mit einer kleinen nach unten gelegenen Zelle direkt verbinden (Fig. 1 *a'*). Auf dem eben betrachteten Isolationspräparate trat ein anderer Fortsatz oberhalb des starken Fortsatzes ab und war von einiger Länge, wie er sich jedoch im weiteren Verlaufe verhielt, konnte ich an dem Isolationspräparate nicht entscheiden. Diesen großen Zellen kommt aber ein bei *Fissurella* häufig, bei *Haliotis* und den *Trochiden* seltener beobachteter Kernkörperfortsatz zu: dass ich ihn bei den letztgenannten zwei Gattungen seltener beobachtet habe, mag dadurch seine Erklärung finden, dass ich meine Aufmerksamkeit hier weniger auf dieses Verhalten richtete. Immerhin scheint es mir jedoch, dass, wenn er auch bei diesen zwei letzten Formen öfter beobachtet wurde, sein Vorkommen doch seltener als bei *Fissurella* sein dürfte. Der Kernkörperfortsatz erlangt bei den von mir untersuchten Gasteropoden nie jene Breite und die abgeplattete Gestalt, wie dieses Solbrig für die Pulmonaten angiebt[1], im Gegentheil ist er, wenn gleich er in der Breite variirt, oft sehr schmal (Fig. 7). Er ist stets von besonderer Länge und verbindet sich entweder direkt mit dem Zellkörperfortsatze einer anderen kleineren Zelle (Fig. 1 *a*), oder er tritt in das centrale Nervennetz, um sich dort, im Gegensatz zu Solbrig's Angabe, aufzulösen (Fig. 4 *d*). In den meisten Fällen glaube ich aber, tritt dieser Kernkörperfortsatz als direkter Stammfortsatz in einen Nerven ein, denn ich habe selbst die Beobachtung gemacht, dass solche Fortsätze oft dickere Ganglienzellenlagen durchsetzend sich in einen Nerven fortsetzten. Desshalb fand ich auch diese Fortsätze an Isolationspräparaten meistens sehr lang (Fig. 4). Ob jedoch ein Kernkörperfortsatz einer Zelle mit einem gleichen einer anderen eine direkte Verbindung eingeht, diesen Fall habe ich nie beobachtet. Wir

[1] l. c.

können nun etwa Folgendes als charakteristisch für diese größten Ganglienzellen zusammenfassen, wobei jedoch abermals betont sein möge, dass ich diese Dreieckzellen nicht als solche betrachte, die durch welch' Merkmal immer von den übrigen Ganglienzellen scharf getrennt wären, vielmehr sind Übergänge zu anders geformten, sowohl was Größe wie Form betrifft, vorhanden. So viel kann ich aber behaupten, dass diese Zellen bei allen von mir untersuchten Rhipidoglossen nur in den Pedalsträngen und in ihrer größten Form wohl auch im Pleurocerebraltheil derselben vorkommen, nie aber im Cerebralganglion. Diese Beobachtung würde dann gewissermaßen mit Ludwig Böhmig's kürzlich mitgetheilter Entdeckung[1] bei den Pulmonaten übereinstimmen, nach welcher die größten Zellen in den Pleuralganglien (bei ihm Visceralganglien genannt[2] sich vorfinden, der Pleurocerebraltheil der Rhipidoglossen aber innig mit den Pleuralganglien verbunden ist. Falls zwischen diesen Zellen und den übrigen der Rhipidoglossen eine Differenz bestehen sollte, so würde diese in einer rein physiologischen zu suchen sein mit nur geringer Beeinflussung des äußeren Erscheinens. In letzter Beziehung sind eben diese Zellen größer wie die anderen und dort, wo an ihren oberen zwei Winkeln Fortsätze abtreten, *stehen diese stets in direktem Zusammenhange mit corticalwärts gelegenen kleineren Zellen.* Ebenfalls stehen, wenn überhaupt vorhanden, jene lateral vom Zellleib abtretenden dünneren Fortsätze mit anderen Zellen in direktem Zusammenhange, d. h. sie sind Verbindungsfortsätze. Der stets breiteste, untere Fortsatz ist entweder ein Stammfortsatz, oder er löst sich als Netzfortsatz früher oder später in das centrale Nervennetz auf. Nur in sehr seltenen Fällen ist dieser Fortsatz (*Fissurella*) ein Verbindungsfortsatz. Ist ein Kernkörperfortsatz vorhanden[3], so tritt dieser in den meisten Fällen als *Stammfortsatz* in einen Nerven

---

[1] L. Böhmig, »Beiträge zur Kenntnis des Centralnervensystems einiger pulmonaten Gasteropoden.« Inaug.-Diss. Leipzig 1883.

[2] Es wäre sehr an der Zeit die Nomenklatur zu vereinfachen.

[3] Nur in einem einzigen Falle bei *Turbo* schien es mir, als wenn eine Dreieckzelle zwei Kernkörperfortsätze unter spitzem Winkel zu einander abtreten ließe. Der eine durchaus verkürzte Kernkörperfortsatz verband sich mit einer kleineren Zelle, während sich der andere längere Faden als sehr langer Fortsatz in das centrale Nervennetz fortsetzte. Da mir dieser Fall überhaupt nur einmal zu Gesichte kam, außerdem aber der zweite Kernkörperfortsatz, der allerdings einem solchen sehr glich, doch möglicherweise auf einer Täuschung beruhen könnte, so lege ich auf diese Beobachtung weiter kein größeres Gewicht.

ein, oder er wird in selteneren Fällen zum Netz- oder Verbindungsfortsatz.

Hier möchte ich schließlich noch auf eine Thatsache aufmerksam gemacht haben, welche bereits bei Beginn der Untersuchung mir auffiel. War nämlich der große Fortsatz am Scheitelwinkel dieser großen Dreieckzellen von bedeutender Breite, so war der Kernkörperfortsatz von geringerer Breite (Fig. 7, 8, 44 *d*), war er jedoch schmächtiger, so war der Kernkörperfortsatz stärker (Fig. 4); war der große Fortsatz neben seiner Mächtigkeit zu gleicher Zeit ein Stammfortsatz, so war der Kernkörperfortsatz ein dünner Netzfortsatz (Fig. 44 *d*). Dieser letzte sehr auffallende Fall findet sich häufig in einem Theile des Pleurocerebraltheiles, worüber wir später noch sprechen werden. War schließlich der starke Fortsatz ein Netzfortsatz, so hatte an Isolationspräparaten bei vorsichtiger Arbeit der Kernkörperfortsatz eine bedeutende Länge (Fig. 4), woraus ich auf seine Eigenschaft als Stammfortsatz um so mehr schließen muss, als Schnittpräparate (Fig. 8) dies vollends bekräftigen[1]. Es scheint also zwischen der Natur des größten Fortsatzes am Scheitelwinkel und des Kernkörperfortsatzes eben so, wie zwischen ihrer Stärke, ein gewisses correlatorisches Verhältnis zu bestehen. Was weiter die Lage dieser Zellen betrifft, so ist es als eine Regel anzusehen, wie dieses ja schon früher angedeutet wurde, dass diese Zellen weder eine corticale noch eine centrale Lagerung in der Zellschicht des Nervensystemes einnehmen, sondern zwischen jenen zwei Zonen gelegen sind und nur ausnahmsweise an gewissen anatomisch bestimmten Stellen etwas centralwärts rücken, wie wir über diesen Fall noch bei Besprechung der topographischen Verhältnisse reden werden.

Eine andere, hauptsächlich bei *Trochiden* sich findende, bei *Fissurella* in dieser Form nicht beobachtete, wohlcharakterisirte Zellenart sind kleine, von mir stets unipolar gefundene, birnförmige Elemente (Fig. 11 *b*). Ihr Fortsatz tritt aus dem verjüngten Zellrande ab, ist von mittlerer Breite und an guten Isolationspräparaten stets von besonderer Länge. An Schnittpräparaten konnte ich bei *Trochiden* und *Haliotiden* sie zu mehreren, centralwärts von einer großen Dreieckzelle und deren verjüngtem Ende genähert antreffen (Fig. 56 *B*). In solchen Fällen fand ich ihre Fortsätze immer weit in das cen-

[1] Auf Fig. 8 war der Kernkörperfortsatz noch auf eine weite Strecke verfolgbar, wurde aber hier nicht gezeichnet. In Fig. 7 war dieser Fortsatz durchschnitten, doch reihten sich andere Präparate an Fig. 8 an.

trale Nervennetz einragen, doch gelang es mir in keinem Falle mich davon zu überzeugen, dass ihre Fortsätze in das Nervennetz sich auflösten, vielmehr konnte ich mich öfter vergewissern, dass ihre Fortsätze den ihnen anliegenden Stammfortsätzen der größeren Dreieckzellen sich anschmiegend, als echte Stammfortsätze den Pleurocerebraltheil, wo sie hauptsächlich beobachtet wurden, verlassen. Hierfür spricht auch jener Umstand, dass sie sich immer in der beschriebenen Anlagerung vorfanden. Ob diese Zellen mit anderen möglicherweise von mir übersehenen Fortsätzen, mit anderen Ganglienzellen zusammenhingen, blieb ungewiss, doch bei der Unmöglichkeit zwischen den Ganglienzellen der Rhipidoglossen scharfe Grenzen aufzufinden, bin ich doch der Ansicht, dass diese Zellen mit den anderen der Zellenlage direkt oder durch das Nervennetz indirekt zusammenhängen dürften. Noch eine andere Thatsache scheint für diese Annahme entscheiden zu wollen. Bei *Fissurella* habe ich weder an Zupfpräparaten noch an Schnittbildern diese unipolar erscheinenden Zellen antreffen können, dafür fanden sich aber, sowohl was die Form als auch was die Lagerung betrifft, ähnliche Zellen vor, welche einen Stammfortsatz aufwiesen. Sie lagen hauptsächlich an Stellen, wo Nerven vom Pedalstrange abtraten Fig. 40 *r*, und ihr starker Fortsatz verließ als Stammfortsatz das Centralnervensystem. Obgleich diese Zellen, wie wir sahen, die größte Ähnlichkeit mit jener anscheinend unipolaren der anderen Gattungen aufwiesen, besaßen sie außer dem Stammfortsatze auch andere; so habe ich auf Fig. 6 zwei solcher Zellen von einem Isolationspräparate abgebildet. Die zwei dickeren, aus dem verjüngten Theile der Zelle abtretenden Fortsätze vereinigten sich unter sehr spitzem Winkel zu einem starken Stamme, der offenbar zu einem Stammfortsatze wurde. Diesem gegenüber fand sich in der oberen Zelle ein anderer, etwas schwächerer Fortsatz (*p*), welcher kurz abgerissen war, der aber aller Wahrscheinlichkeit nach mit einer anderen Ganglienzelle sich direkt verband[1]. An der anderen Zelle befand sich bloß ein dünner Fort-

[1] Im Gegensatz zu den Rhipidoglossen sollen nach Solbrig bei den Pulmonaten die mit wenig Fortsätzen versehenen Zellen, unter welchen die meisten wieder unipolar sind, zahlreicher sein, als die multipolaren. Wenn gleich, wie es mir nach der Untersuchung Georg Walter's scheint, Solbrig die Zahl der unipolaren Zellen im Verhältnisse zu den multipolaren etwas überschätzte, so bin ich von dieser Thatsache überzeugt, wofür übrigens auch die schöne Untersuchung von Buchholz bürgt, obgleich ich das Vorkommen *wirklich* unipolarer Ganglienzellen bei Rhipidoglossen für unwahrscheinlich halte. Das Vorkommen unipolarer Randzellen, deren Fortsatz sich später aber theilt, ist jedoch, wie ich

satz *x*, welcher sich alsbald gabelte und so offenbar zu einem Netzfortsatz sich gestaltete. An der oberen Zelle fanden sich noch zwei andere zarte Fortsätze, über deren Natur jedoch, mit Ausschluss der Eigenschaft als Stammfortsatz, kein Charakteristikon vorlag. Somit hängen diese Zellen, was auch Schnittpräparate Fig. 40 *x* beweisen, mit anderen Zellen oder doch wenigstens mit dem centralen Nervennetze zusammen und da diese Zellen bei *Fissurella* mit den anscheinend unipolaren der *Trochiden* und *Haliotiden* gewiss identische Bildungen darstellen, worauf ja ihre Lage und ihr steter Stammfortsatz hinweisen, so ist auch nicht anzunehmen, dass sie mit dem Nervennetze wenigstens, durch Abgabe *sehr feiner* Äste aus dem Zellkörper oder Fortsatze, nicht zusammenhängen sollten[1].

Wenn wir nun, obgleich mit einiger Reserve, diese eben beschriebenen zwei Zellformen als solche vorführten, so kann das bei den übrigen Ganglienzellen nicht einmal in dieser Weise geschehen. Ihre Form ist die variabelste, was sich am besten darin ausspricht, dass man an vielen Präparaten kaum zwei gleiche Zellen antreffen wird[2]. Auch ihre Größe ist verschieden und ihre funktionelle Verschiedenheit wird einigermaßen dadurch angedeutet, dass sie betreffs ihrer Lage charakterisirt sind, worauf wir noch öfter zu sprechen kommen. Man findet nämlich, dass die kleinsten Zellen von den größeren cortical- und centralwärts gelegen sind und dass die allerkleinsten stets die innersten sind. Als gemeinsames jedoch relatives Charakteristikon dürfte man ihre rundliche Form anführen, welche dann nur seltener und im beschränkteren Maße die längliche Gestalt annimmt, wann sie sich den oben beschriebenen Formen übergangsweise anschließen. Man findet unter diesen Zellen die größten 0,197 mm messend, während die allerkleinsten 0,045 mm groß sind. Diese Größendifferenz ist somit, wie dieses wohl betont werden soll, bei Weitem nicht so groß, als es in so prägnanter Weise bei

weiter noch aus einander setzen werde, ein nur bei jüngeren Formen, wo es im Centralnervensysteme zu ausgesprochenen Ganglienbildungen kam, auftretendes Verhalten, also ein rein sekundäres und lässt sich aus dem früheren Verhalten zwar spekulativ, aber ungezwungen ableiten.

[1] Mit Recht sagt R. Virchow, dass die sogenannten unipolaren Ganglienzellen, je genauer man sucht, um so seltener werden. S. seine »Cellularpathologie« 4. Aufl. pag. 303.

[2] Die Verschiedenartigkeit der Ganglienzellen im Rückenmarke drückt R. Virchow ganz ähnlich mit folgenden treffenden Worten aus: »In der grauen Substanz (den Hörnern, desselben finden sich überall, und zwar auf jedem Querschnitte, verschiedenartige Ganglienzellen.« l. c. pag. 303.

den Pulmonaten der Fall ist, wo nach Solbrig die größte von den beobachteten Zellen 220 μ betrug, während die kleinste nicht über 3 μ maß; ja Buchholz hat, wie dieses auch Solbrig bemerkt, sogar eine von 224 μ Größe gemessen, während ich bei den Rhipidoglossen die größte Dreieckzelle nicht über 0,201 mm groß fand. *Jene riesenhaften Zellen, die bei den Pulmonaten sowohl, als auch bei den Opisthobranchiern*[1] *anzutreffen sind, kommen den Rhipidoglossen eben so wenig zu, als jene äußerst kleinen.*

Nur selten sind diese Zellen bipolar, wofür, da auf Schnitten einer der Fortsätze entfernt sein könnte, nur isolirte Elemente haften können. Ihre Fortsätze können dünner (Fig. 9) oder breiter (Fig. 1 *c* rechts) sein. Diese breiten Fortsätze entspringen jedoch nicht in der Weise, dass sie dadurch die Zelle verjüngen sollten, sondern gleichsam abgesetzt aus dem Zellleibe (Fig. 1). Sie sind unter Umständen sehr breit und bandförmig. Bei Isolationspräparaten lässt sich freilich nicht mit jener Sicherheit von einem solchen langen Bande sagen, wie es außerhalb der Zelle zu endigen hat und nur Schnittpräparate zeigen, dass es hier zu einer sehr langen direkten Anastomose mit anderen Zellen kommen kann (Fig. 56 *n*, Fig. 58 *u*). Es ist aber auch weiter nicht möglich aus der außerordentlichen Länge eines Fortsatzes auf seine Eigenschaft als Stammfortsatz zu schließen, denn man findet unter diesen Zellen, dass ihre Fortsätze sich öfter äußerst lange ungetheilt im Nervennetz hinziehen können und schließlich doch sich in dasselbe auflösen (Fig. 37 *y*, 38 *r*, *r'*). Andererseits sind in vielen Fällen ihre Netzfortsätze sehr kurz (Fig. 59 etc.). Nur an Schnittpräparaten ist es also gegeben zu entscheiden, ob ihre Verlängerung ein Stammfortsatz ist, welche selbstverständlich sehr zahlreich sind (Fig. 17 *c*, *d*, 36, 45).

Die Fortsätze der mehr in der Mitte der Ganglienzellschicht situirten Elemente sind der Mehrzahl nach dazu berufen, sich direkt mit gleichen der Nachbarzellen zu verbinden. Besonders da, wo die Zellenlage dick, d. h. mehrschichtig ist, werden sich diese Verbindungsweisen stets wiederholen. Es giebt unter diesen Zellen auch solche, besonders an den Nervenwurzeln, die einen Stammfortsatz absondern, solche Zellen sind aber gewöhnlich zu innerst in der Zellschicht gelegen. In solchen Fällen verbindet sich die Zelle, nachdem ihr stärkerer Fortsatz zum Stammfortsatze wurde, mit ihren anderen Aus-

[1] Eine Ganglienzelle aus dem peripheren Nervensysteme der *Doris* fand ich 1,08 mm groß.

läufern direkt mit anderen Zellen (Fig. 17 *d*. Es kann aber auch jener Fall vorkommen, dass bei einer mit Stammfortsatz versehenen Zelle die übrigen Fortsätze zu Netzfortsätzen werden (Fig. 17 *e*).

Jener Fall, wo alle Fortsätze einer Zelle sich im Nervennetze auflösen, findet sich nur bei den kleinsten Ganglienzellen. *Diese sind sonst in jeder Beziehung den anderen Ganglienzellen gleich* (Fig. 2) und auffallend sind sie nur durch ihre zahlreichen inneren dünnen Fortsätze: die Zahl dieser dürfte im höchsten Falle auf zwanzig zu setzen sein. Sowohl durch die Zahl wie durch die Eigenschaft ihrer Fortsätze, sich stets im Nervennetze aufzulösen, wie auch durch ihre Lage sind diese Zellen charakteristisch. Sie nehmen im Nervennetze stets eine centrale Lage ein und sind hier zerstreut (Fig. 17 *w*, *w'*) zu finden. Sie bilden gewissermaßen große Knotenpunkte im Nervennetz und finden sich bei allen untersuchten Gattungen in gleicher Weise vor. Ferner ist es bemerkenswerth, dass diesen Zellen Kernkörperfortsätze *stets fehlen*. Ich nenne diese Zellen *Centralzellen*.

Den übrigen multipolaren Zellen kommen, gleich wie den Dreieckzellen, Kernkörperfortsätze (Fig. 5 *B*, 59 bei *A*) zu und diese können auch hier auf alle jene Verhältnisse eingehen wie dort, d. h. sie können zu Stamm-, Verbindungs- und Netzfortsätzen werden. Wie jedoch das Studium der Quer- und Längsschnittserien unzweideutig beweist, ist die Zahl der Kernkörperfortsätze im Vergleich zu den Zellfortsätzen bei den Rhipidoglossen eine kleine.

Schließlich könnte noch jener seltenere Fall erwähnt werden, wo ein Verbindungsfortsatz sich theilte und seine zwei Äste mit je einer anderen Zelle sich verbanden (Fig. 59 *t*, *t'*). Dass bei diesen verschiedenen Endverhältnissen aber auch die verschiedensten Kombinationen vorkommen können, erkennt man am besten, wenn man diese Verhältnisse nur einiger Schnittpräparate prüft. Wollte man darum alle möglichen Fälle beschreiben, so müssten eben so viele zur Besprechung kommen, als es Zellen giebt. Solche Fälle beziehen sich aber nur auf die verschiedene Länge der Fortsätze, und die Form der Ganglienzellen etc., also auf Verhältnisse von untergeordneter Bedeutung.

Bei Besprechung der topographischen Verhältnisse wollen wir auf dieses nun zu verlassende Thema zurückkommen und nun Einiges über den Zellkörper und Kern mittheilen, um dann die bindegewebigen Bestandtheile des Nervensystemes und das central in demselben gelegene nervöse Netz zu besprechen.

Wie schon Solbrig darauf hinwies, sind die Leiber der Ganglien-

zellen[1] der Gasteropoden ob aller Mollusken? gegen Reagentien sehr empfindlich. Ich habe hier noch einige Eigenschaften zu betonen. Während die Ganglienzellen der Wirbelthiere und unter diesen hauptsächlich der Fische und Säuger eine gewisse ausgesprochene Resistenz ihrer Zellleiber gegen mechanische Eingriffe, wie das Drücken mit dem Deckgläschen etc. aufweisen und einige Elasticität unzweideutig verrathen, sind die Ganglienzellen der untersuchten Gasteropoden äußerst empfindlich gegen diese Eingriffe, denn schon bei geringerem Quetschen reißen sie. Ihre Protoplasmafädchen sind nie so fein und ihre Zellleiber gegen Farbstoffe bedeutend weniger empfindlich als die der Wirbelthiere. Denn während die Zellleiber der Wirbelthiere, welche Eigenschaft auch denen der *Anneliden* zukommt, selbst bei schwächerer Färbung mit Ammoniakkarmin und mit Pikrokarmin bei einer Einwirkung, bei der der Kern sich oben röthet, sich gleichfalls röthen und später gleich dem Kerne den Farbstoff aufnehmen, so bleiben die Zellleiber der Gasteropoden selbst bei intensiverer Färbung des Kernes noch ungefärbt (Fig. 7). Erst bei länger anhaltender Einwirkung dieser Tinktionsmittel färbt sich der Zellleib gelblich, wobei der Kern aber schon eine schöne Rosafarbe erhalten hat (Fig. 8). Überosmiumsäure bräunt zuvor nur die zurückgebliebenen Pigmenttröpfchen (Fig. 8) und erst nach längerem Einwirken auch den Zellleib (Fig. 13).

Der Zellkern ist in den Ganglienzellen der Rhipidoglossen in frischem Zustande stets kugelrund und nie finden sich nierenförmige Kerne vor, wie Buchholz bei den Pulmonaten normalerweise beobachtet haben will. Nur wenn der Zellleib und möglicherweise mit ihm auch der Kern eine Schrumpfung erfahren hat, übt er einen gewissen Druck auf den Kern aus, welcher die nun längliche Form des Zellleibes annimmt. Kernkörperchen ist immer nur eines von kugelrunder Form vorhanden (siehe die Abbildungen), welches sich sehr intensiv färbt und sehr stark lichtbrechend ist. Zwei Kernkörperchen in einem Kern habe ich nur in zwei Fällen und zwar einmal bei *Fissurella* und ein anderes Mal bei *Turbo* beobachtet, wovon der eine Fall in Fig. 5 *B* abgebildet wurde. Die Regel würde also immerhin sein, dass bei Rhipidoglossen bloß ein Kernkörperchen auftritt, was um so bemerkenswerther ist, als nach den übereinstim-

[1] Über die Struktur des Zellleibes habe ich hier nichts mitzutheilen, darüber habe ich anderen Ortes meine Ansicht ausgesprochen. (S. Arbeiten aus dem zoolog. Institut der Wiener Universität. Bd. V. Jahrg. 1884.)

menden Angaben Solbrig's[1], Buchholz's[2], Walter's[3] und Anderer der Kern der Pulmonaten seltener einen, in der Regel viele Kernkörperchen aufweist.

Der Kern ist sehr fein granulirt, was von sehr feinen Fädchen herrührt. Diese Fädchen können den Kern gleichmäßig erfüllen, wann dieses gleichmäßig granulirt erscheint (Fig. 13 *c*, *d*, *f*). Anderes Mal können sich diese auf die Peripherie der Kernkugel zurückziehen, wenn dann dieser auf dem Querschnitt wie von einem Kranze umgeben wird (Fig. 13 *a*, *b*, Fig. 17); manchmal ziehen sich die Fäden wieder einseitig zurück, halbmondförmig auf dem Querschnitte (Fig. 13 *e*). Dieser letzte Fall kann sich manchmal bis auf das Innere des Zellkörpers erstrecken, oder anders ausgedrückt, die Fädchen ziehen sich in den oberen zwei Dritteln (da die Zellbasis, wozu dies stattfindet, nach außen gekehrt ist) des Kernes auf die Weise zurück, dass sie die Gegend des Kernkörperchens frei lassen und nach hinten konkav begrenzen. Diese Begrenzung, entsprechend einem großen Kreissegmente, wird dann nach unten vom Kernrand zu einem Kreise vervollständigt und so liegt auf dem Längsschnitte der Zelle (Fig. 8) der Kern in einem hellen, rosa gefärbten, homogenen, runden Hof. Dieser Zustand ist aber nicht sehr häufig zu beobachten. Ob freilich hier eine postmortale Erscheinung vorliegt, oder ob diese Bewegungen sich auch im Leben hier wirklich vollziehen, bleibt noch zu entscheiden.

Ganz frisch isolirte Zellen zeigen sowohl die Protoplasmafädchen wie die Fädchen des Kerngerüstes nur sehr undeutlich, oft sogar gänzlich unkenntlich (Fig. 1, 2).

Der Kern ist ähnlich wie bei den Pulmonaten und im Gegensatze, wie dieses Solbrig richtig hervorhebt, zu dem der Wirbelthiere und wie ich hinzufügen möchte, zu jenem der Hirudineen[4] sehr groß.

In der Zweizahl habe ich Kerne nie beobachtet. Solbrig hat in zwei Fällen, einmal bei *Helix*, ein anderes Mal bei *Arion*, zweikernige Zellen »sicher beobachtet«, andererseits sind zwei Kerne in den Ganglienzellen Wirbelloser, wie dieses Solbrig gleichfalls erwähnt,

---

[1] l. c. [2] l. c.

[3] Georg Walter: »Mikroskopische Studien über das Centralnervensystem wirbelloser Thiere«. Bonn 1863.

[4] In mancher Beziehung, wie schon angedeutet wurde, zeigen die Ganglienzellen der *Anneliden* Ähnlichkeiten mit denen der Wirbelthiere; der Kern ist jedoch bei den Oligochaeten im Verhältnisse zum Zellleibe, im Gegensatze zu den Hirudineen, groß.

von anderen Forschern beobachtet worden. Walter bildet z. B. mehrkernige Zellen nervöser Art, die er Entwicklungszellformen nennt, aus dem Gehirne von *Lumbricus* in seiner bereits citirten Arbeit ab[1]. Bei den Wirbelthieren kommen im Rückenmarke doppeltkernige Zellen häufiger vor, wie ich dieses am schönsten an Präparaten vom Mondfische ersehe, und im Sympathicus sind sie bekanntlich von Remak seit sehr langer Zeit gefunden worden[2]. Bei den Pulmonaten sind doppelkernige Zellen immerhin Seltenheiten, was außer durch Solbrig's Angabe noch aus den verneinenden Angaben Buchholz's hervorgeht, der das Vorkommen doppeltkerniger Zellen gänzlich in Abrede stellt[3], denn wenn selbst, wie er sich ausdrückt, auf den ersten Blick ein solches Verhalten obzuwalten schien, so ließ eine genauere Prüfung den Irrthum mit Bestimmtheit erkennen. Nun erklärt sich Buchholz solche Fälle auf die Weise, dass es sich nur um stark eingeschnürte Zellkerne handele. Obgleich auch mir kleine zweikernige Zellen bei den Rhipidoglossen vorkamen, die übrigens nach Solbrig auch bei Pulmonaten selten sind, so möchte ich Angesichts der zahlreichen Beobachtungen zweikerniger Ganglienzellen im Thierreiche, wo sie außer den erwähnten Fällen u. A. auch bei den *Medusen* häufig vorkommen[4], solche bei Rhipidoglossen nicht absolut bezweifeln. Ob es sich freilich bei zweikernigen Ganglienzellen um Kerntheilungen handele, ist, da keine Kerntheilungsfiguren beobachtet wurden, und wir andererseits, außer in pathologischen Fällen, keine Theilung der Ganglienzelle kennen, noch nicht zu entscheiden.

Der Kern der Ganglienzelle besitzt bei den Rhipidoglossen eine Kernmembran. Bei den Mollusken von Hannover[5] entdeckt, wird ihr Vorkommen von Buchholz bestätigt und von Solbrig wieder ausführlicher beschrieben, bei *Hirudo* beschrieb sie E. Hermann[6] und bei Wirbelthieren soll sie Frommann[7] und Jolly[8] gefunden haben. Dass sie übrigens im Thierreiche allgemein verbreitet am Kern der Ganglienzellen als konstantes Gebilde vorkommt, dafür

[1] Taf. II Fig. XI *a*.

[2] S. darüber unter Anderen Sigmund Mayer in Stricker's Handbuch von der Lehre von den Geweben. pag. 812.

[3] l. c. pag. 240.

[4] O. und R. Hertwig, »Das Nervensystem und die Sinnesorgane der Medusen«. 1878.

[5] Citirt nach Solbrig.

[6] Ernst Hermann, »Das Centralnervensystem von Hirudo medicinalis«.

[7] und [8] Citirt nach Solbrig.

sprechen die in der Litteratur zahlreich zerstreuten Angaben. Solbrig berichtet über die Kernmembran der Pulmonaten Folgendes[1]. »Ich traf,« schreibt er, »bei der Untersuchung eines Präparates von Helix pomatia, das nur zwei Stunden in chromsaurem Kali gelegen war, auf höchst sonderbare Gebilde, deren Natur ich im Anfang nicht erklären konnte. Sie sahen aus wie Blasen, die an einer Stelle eingeschnürt sind. Von hier strahlen gegen die Peripherie der Blase radiäre Striche aus. — Drei Wochen später bot sich mir der gleiche Anblick in einem nur ganz kurze Zeit in Jodserum macerirten Präparate. Die Natur hatte aber in zwei Zellen daneben zugleich einen authentischen Kommentar gegeben. Aus diesen Zellen waren nämlich die Kerne gerade im Begriff herauszuschlüpfen und zeigten nun ganz das Bild jener Blasen, die mir früher so räthselhaft waren. Die Blasen erwiesen sich also als Kerne, die an einer Stelle eingekerbt waren. Die Striche waren die Falten, die ihre Hülle von der Einschnürungsstelle aus bildeten. Recht deutlich lässt sich übrigens auch die Membran an den Kernen erkennen, die ihren Inhalt verloren hatten.« Gleich Solbrig ist es auch mir nicht gelungen die Kernmembran an unversehrten Zellen zu beobachten und höchstens bei Quetschung zeigte sich etwas, was undeutlich doppelt kontourirt erschien. Es gelang mir aber bei der Zerzupfung des Objektes Zellkerne aus dem Zellleibe zu befreien und sie so frei zu beobachten: aber auch dann konnte von der Membran nichts deutlich erkannt werden, da man eine tadellose Kugel vor sich zu sehen bekam. Fälle wo der Kerninhalt so zu sagen freiwillig, wie Solbrig zu meinen scheint, die Membran verlassen hätte, oder jenen vermeintlichen Zipfel an der Kernmembran, habe ich nie beobachtet. Beim Drücken mit dem Deckgläschen gelang es mir aber unschwer, die Kernmembran zum Platzen zu bringen und die so vor den Augen ihres Inhaltes beraubte Membran zu beobachten (Fig. 10). Diese Membran kommt mir somit viel resistenter vor, als dies Solbrig anzunehmen geneigt ist. An der Membran habe ich nie Durchlöcherungen erkennen können, allerdings habe ich außer in der angegebenen Isolationsflüssigkeit sie anders nicht untersucht. An Querschnitten kann man von der Membran nur bei sehr starker Vergrößerung eine leise Andeutung erkennen, da sie offenbar mit dem Kerninhalt den gleichen Lichtbrechungsindex besitzen dürfte.

Ich will nun Einiges über das Pigment im Zellleibe mittheilen.

[1] l. c. pag. 29.

Gleich unzähligen Ganglienzellen anderer Thiere, kommt auch diesen Ganglienzellen in kleinen Tropfen ein Pigment zu. Nur an ganz frisch isolirten Zellen konnte man erkennen, wie sich etwa im Leben dieses Pigment körperlich zum Zellleibe verhält, denn später wurde das Pigment von der Isolationsflüssigkeit, zuvor sich in größere Tropfen einigend, aus der Zelle extrahirt. Im Leben ist das Pigment in *gleich großen Tropfen* in der Peripherie des Zellleibes gleichmäßig vertheilt (Fig. 1 *b*), später aber, nach längerem Liegen der Zellen in der Isolationsflüssigkeit, wird das Pigment, wie eben erwähnt wurde, extrahirt und der zeitliche Überrest vertheilt sich ungleichmäßig in der Zelle Fig. 1 *a*, *c*, Fig. 2, Fig. 11. Das Pigment ist in den untersuchten Formen, wie ich schon im ersten Theile der Arbeit gesagt habe, nicht von gleicher Farbe. Bei *Fissurella* ist dies Pigment bei verschiedenen Individuen zwar etwas variant[1] Fig. 1, 2 gleich dem der *Chitonen* und *Patellen* gelbbräunlich; bei *Haliotiden* ist es ein helles schmutzig strohgelbes und bei den Trochiden endlich ziegelroth (Fig. 11)[2]. Es ist in allen Zellen gleichmäßig vertheilt, kommt ausnahmslos auch den kleinsten zu und kann hier somit jene Aussage Buchholz's[3], »dass« bei den Pulmonaten »die kleinsten Ganglienzellen gar kein Pigment mehr enthalten, während mit der Größe der Zelle auch die Menge des Pigmentes wächst«, durch die Rhipidoglossen nicht bestätigt werden. Auf das chemische Verhalten dieser Pigmente einzugehen wäre für mich bei dem sonstigen umfangreichen Material unklug gewesen, wesshalb ich auf die Angaben Buchholz's[4] verweise, da ja dieses Pigment gewiss ein ähnliches sein wird wie bei den Süßwasserpulmonaten. Während meiner Arbeit konnte ich nur so viel erkennen, dass dieses Pigment durch die bereits erwähnte Isolationsflüssigkeit und Alkohol extrahirt und durch Überosmiumsäure gebräunt wird. Jedenfalls dürfte dieses

[1] In meinen Notizen finde ich dieses Variiren der Färbung der Fußstränge verzeichnet; gewöhnlich ist die Färbung eine intensive und nur selten etwas blasser. Wie weit freilich dieses Variiren in der Nuance mit einem »vorzeitigen Altern« (senium praecox), gleich den Ganglienzellen der Vertebraten nach R. Virchow zusammenhängt, wäre hier kaum zu entscheiden.

[2] Ziegelroth ist das Pigment des Centralnervensystemes u. A. noch bei den Gasteropoden bei *Murieiden* und bekanntlicherweise Planorbis. Ein den *Haliotiden* gleich gefärbtes Pigment findet sich bei *Natica* und *Thetys* etc. vor; doch habe ich außer bei den erwähnten Formen ein solch gefärbtes Pigment wie bei *Fissurella* nicht gefunden.

[3] l. c. pag. 254.

[4] l. c. pag. 254—261.

Pigment im Nervensysteme ein wichtiges Stoffwechselprodukt abgeben und der genauen Untersuchung um so werthvoller sein, als Hubrecht das Pigment im Schlundringe der *Schizonemertini* bekanntermeise für Haemoglobin erklärte und seine Oxydation allerdings durch ein eigenthümliches Organ dieser Thiere (sog. Seitenorgan) äußerst plausibel machte[1].

Das Bindegewebe im und um das Centralnervensystem.

Wir hätten somit die Ganglienzellen als solche erörtert und wollen nun, bevor wir weiter gehen, die Beziehungen des Bindegewebes im Centralnervensysteme erörtern.

An den Ganglienzellen des Centralnervensystemes fand ich echte Zellmembranen, d. h. solche Umhüllungen des Zellleibes, die ähnlich einer Cuticularbildung aus dem Zellleibe abgeschieden waren, die man besser auch als umgewandelte Oberflächen des Zellleibes bezeichnen könnte, nicht, und muss somit jenes Vorkommen gänzlich in Abrede stellen. Bei den Mollusken sind solche Membranen angeblich gefunden worden; so sagt G. Walter über die großen unipolaren Zellen der Pulmonaten, sie besäßen »eine deutlich zu erkennende, feste, auf den Fortsatz übergehende und mit diesem verschmelzende Membran«[2]. Solbrig will diese Umhüllung zwar gleichfalls, doch selten, beobachtet haben, er konnte jedoch die Fortsetzung der Membran auf den Zellfortsatz nicht beobachten[3]; häufiger als dieses sah er an den großen Randzellen bindegewebige Umhüllungen. Echte Zellmembranen leugnet Buchholz entschieden und bezweifelt somit die Richtigkeit der Walter'schen Angabe[4]. Gleich Buchholz hat Ludwig Böhmig, der letzte Autor, in diesem Gegenstande eine echte Zellmembran nicht beobachtet und drückt sich dahin aus, dass jene Membran, die er an einzelnen größeren Ganglienzellen zuweilen beobachten konnte, wohl eine Bindegewebskapsel und keine eigentliche Zellmembran sei[5]. Somit stellen Buchholz und Böhmig die Richtigkeit der Walter'schen Beobachtung in Abrede, während sie durch die kurze Angabe Solbrig's keine bemerkenswerthe Stütze zu erhalten scheint. Ich bin nun der Meinung, dass jene vermeintliche

[1] A. A. W. Hubrecht, »Zur Anatomie und Physiologie des Nervensystemes der Nemertinen«. pag. 30. (Naturk. Verh. der k. Niederl. Akademie. Deel XX.)

[2] l. c. pag. 39.

[3] l. c. pag. 22.

[4] l. c. pag. 261.

[5] l. c. pag. 8.

echte Zellmembran nichts Anderes, als die bindegewebige Kapsel, welche Solbrig auf Taf. VIII Fig. 1 abbildete und welche in manchen Fällen durch den Mangel der zahlreichen Kerne, die Solbrig auf der citirten Figur darstellt, eine echte Zellmembran vortäuschte, wie sie S. auf Taf. III Fig. 7 abbildete. *dass es sich aber in Wirklichkeit bei den Pulmonaten in dieser Beziehung eben so verhalten wird, wie ich dieses für die Rhipidoglossen gefunden und im Folgenden schildern werde*[1].

Die wirkliche Nervenhülle ist bei den Rhipidoglossen eine dünne Schicht (Fig. 13, 14 *nh*), welche, durchaus kompakt, das Centralnervensystem von allen Seiten umgiebt und beim Abtritt von Nerven oder von Kommissuren auf diese sich kontinuirlich fortsetzt. Ihrer histologischen Zusammensetzung nach ist sie eine homogene Membran, welcher schöne ovale Kerne eingestreut sind (Fig. 15 *x*); um letztere herum findet sich feinkörniges Protoplasma vor. Zwischen den Protoplasmatheilchen findet sich, der Farbe nach, gelbbraunes Pigment, welches ähnlich dem der Ganglienzellen durch Alkohol sich extrahiren lässt. Die Tropfen des Pigmentes sind ungemein subtil und lassen sich wohl am besten an ganglienzellenlosen Nerven im

[1] Auch für die peripheren Einzelganglienzellen der Mollusken dürfte die Membran eine bindegewebige sein und nichts Anderes als eine sich auf die Ganglienzelle fortsetzende Hülle vorstellen. Eine offenbar gleiche Hülle kommt, wie dafür die zahlreichen Angaben in der Litteratur haften, bei Wirbellosen sowohl wie Wirbelthieren vor. Wie ich im ersten Theile dieser Arbeit darauf hinwies, sind es hauptsächlich Ganglienzellen im Herzen und sympathischen Nervensysteme, welche eine Membran aufweisen. Speciell bei unseren Schnecken war es mir damals nicht möglich zu entscheiden, ob jene Membran der Ganglienzellen im Herzen eine bindegewebige oder eine echte Zellmembran sei (s. I. Th. pag. 70); jedenfalls neigte ich mich damals eher zur Annahme einer echten Zellmembran. Meines Wissens aber sind echte Membranen an Ganglienzellen kritisch-histologisch noch nie beschrieben worden, andererseits bin ich heute nach späteren Untersuchungen an peripheren Einzelganglienzellen eher der Ansicht, dass echte Membranen bei Ganglienzellen gar nicht vorkommen, sondern dass die oft beobachtete Membran (s. l. c. Anm. 1 pag. 70) bindegewebiger Natur sein werde. Sie ist nichts Anderes als das Neurilemm, welches sich vom Nerven auf die Zelle fortsetzt. Um einen frappanten Fall aus meinen bezüglichen Studien anzuführen, sei nur an gewisse Ganglienzellen im Peritoneum der Opisthobranchier Doris erinnert (s. Arbeiten a. d. zoolog. Institute zu Wien, Band V, Heft 3), welche entweder als multipolare Elemente in einer voluminösen Erweiterung der Nervenhülle gelegen sind, die ihrer Weite wegen dem Zellleibe sich nicht anschmiegen können, oder aber als unipolare Endzellen entweder zu einer oder zu mehreren in einer Erweiterung resp. Aussackung der Nervenhülle liegen. — Jedenfalls ist in Zukunft auf die Bezeichnung »Membran« bei Ganglienzellen, da eben eine Zellmembran histologisch heute definirbar ist, zu achten.

frischen Zustande beobachten (Fig. 12). Ob jedoch der Zellleib um diesen Zellkern herum sich ausgesprochenerweise vorfindet, und sich mit seinen Ausläufern verzweigend mit gleichen Ausläufern anderer Zellen gleicher Art verbindet, um auf diese Weise ein Zellnetz in der homogenen Zwischensubstanz zu bilden, etwa wie bei den Opisthobranchiern (*Doris*), ist mir unbekannt geblieben. Doch ist es immerhin möglich, dass auch hier ähnliche Verhältnisse obwalten, die sich bei geeigneter Untersuchungsmethode werden erkennen lassen.

Die weiteren Verhältnisse der Nervenhülle zum nervösen Gewebe und hier in erster Instanz zu den Ganglienzellen, lassen sich wohl am deutlichsten und lehrreichsten an Schnitten aus der dorsalen Seite der Pedalstränge, unweit der hinteren Querfaserung, erkennen. Hier findet man die Zellenlage stellenweise ein- oder zweischichtig; die großen Zellen grenzen unmittelbar an die Nervenhülle. Wenn man solche Präparate, die selbstverständlich die nöthige Dünne nicht überschreiten dürfen, mit Immersionssystemen beobachtet, so wird man alsbald erkennen, dass die von der Osmiumsäure gebräunten Zellleiber von einem dünnen doppeltkontourirten Saume umgeben sind, welcher von der Osmiumsäure keine Bräunung erfahren hat und hell erscheint Fig. 13 *a. b. d*. Besonders instruktiv sind in dieser Beziehung Zellen, deren Leib offenbar durch die ungleiche Einwirkung des Alkohols schrumpfte und sich darum etwas zurückgezogen hat. Man sieht an solchen Zellen (*c*), dass ihre Membran sich nach oben direkt in die Nervenhülle fortsetzt und *dass diese nichts Anderes ist als ein sackförmiger Fortsatz derselben, in welchem die Zelle eingebettet liegt.* Nach unten und innen zu ist die Zelle überall von dieser bindegewebigen Umhüllung umgeben, die sich aber auf die Fortsätze nicht fortzusetzen scheint, sondern bloß Öffnungen für ihren Durchtritt besitzt. So scheint es wenigstens bei den plötzlich den Zellleib verlassenden Fortsätzen der Fall zu sein. Bei größeren, allmählich aus dem Zellleib hervortretenden Fortsätzen ist es schwer zu entscheiden, wie weit sich die bindegewebige Umhüllung auf den Fortsatz erstreckt. Manchmal ereignete es sich, dass an Schnittpräparaten bei unvorsichtiger Behandlung oder Drücken mit dem Deckgläschen Zerrungen und Isolationen einzelner Theilchen erfolgten. In einem solchen Falle fand ich einmal eine ziemlich centralwärts gelegene Zelle (Fig. 8), an der sich deutlich die bindegewebige Hülle zeigte; am breiten Ende der Zelle war sie gleich einem offenen Sacke abgerissen. Man sah an diesem lehrreichen Bilde deutlich, dass die Membran keine echte Zellmembran sein

konnte. Sie überkleidete die Zelle überall, wie weit jedoch diese Umhüllung sich auf den starken Fortsatz fortgesetzt hatte, war nicht entscheidbar. Zellkerne an der bindegewebigen Kapsel der Ganglienzellen, wenn noch so klein, habe ich nie beobachtet.

An dem in Fig. 13 abgebildeten Präparate besaßen nur die drei der Nervenhülle zunächst liegenden Zellen diese Umhüllung, diese aber ausnahmslos; die unter diesen vereinzelt liegenden waren von der Hülle frei (*f'*). Wo die Zellen nicht direkt der Nervenhülle anliegen, sondern eine gewisse kleine Entfernung zwischen ihnen und der letzten sich vorfindet, die von kleinen multipolaren Zellen eingenommen wird, erhalten die großen Zellen dadurch eine Umhüllung, dass die Hülle des Centralnervensystems einen mehr oder weniger langen schmalen Fortsatz nach einwärts sendet, der dann die Umhüllung für die Ganglienzellen abgiebt. Dieser Fortsatz kann, gleich wie zuvor entweder nur eine Zelle umhüllen (Fig. 14 *f'*) oder sich theilend für mehrere Zellen Säcke abgeben (*f*); mehr als drei Zellen werden jedoch von einem Fortsatze nicht umhüllt, wenigstens habe ich einen solchen Fall nicht beobachtet. Wo drei Zellen von einem Fortsatze umhüllt werden, ist dieses ein minder häufiger Fall.

An Isolationspräparaten gelingt es auch einzelne Theile der Nervenhülle frei zu erhalten. Bei Durchmusterung solcher Präparate erkennt man die abgerissenen oberen Enden der eben beschriebenen Fortsätze. Entweder sind sie gleich beim Abgange von der Lamelle abgerissen (Fig. 15 *B*) oder ist der dünne, noch nicht sackförmig erweiterte Fortsatz als eine enge Röhre zu erkennen (Fig. 15 *A*); nur selten erhielt ich Präparate, wo noch ein Theil des erweiterten Sackes erhalten war. Man ersieht an solchen Objekten deutlich genug, dass der hohle zu einer Zellenhülle sich später erweiternde Fortsatz bei seinem Beginn trichterförmig erweitert ist, um sich alsdann zu verengen. Allerdings wird man in manchen Fällen stärkere Fortsätze zwischen die Ganglienzellschicht eindringen (Fig. 22 *f*) sehen, welche sich nachher theilen; aber ich sah nie, dass alle Äste Ganglienzellen mit Hüllen versehen hätten, sondern nur einer unter ihnen that dies, während gewiss ein anderer sich vorfand, der sich weiter in die Ganglienzellschicht fortsetzte, um dort blind zu endigen. Doch da alle Äste eines Fortsatzes nicht in eine und dieselbe Schnittebene fallen konnten, war es schwer zu erfahren, was mit den übrigen Fortsätzen geschah. Bei *Haliotiden* und *Trochiden* findet man an einzelnen Randstellen der Pedalstränge, wo nur einzelne, kleinere multipolare Ganglienzellen die Zellschicht bilden, stärkere

Fortsätze Fig. 60 *b* tief in das Nervennetz hineinragen, wo bereits nur einzelne zerstreute Centralzellen sich vorfinden. Hier treten diese Fortsätze der Nervenhülle gewiss in keinen weiteren Konnex mit den Ganglienzellen, sie können sich aber gleich den früher beschriebenen Fortsätzen mehrfach theilen. Es giebt sogar Fälle, wo diese Fortsätze noch weiter in das Netz einragen, als es unsere Abbildung vergegenwärtigt; besonders sind sie an gewissen Stellen, die wir noch besprechen wollen, häufig. Da diese Art der Fortsätze der Nervenhülle in keinem Konnex mit Ganglienzellen stehen, so war mir im Anfang der Untersuchung viel daran gelegen zu ermitteln, ob sie nicht etwa an dem centralen Netze des Nervensystemes sich auf irgend eine Weise betheiligten. *Ich konnte mir aber die feste Überzeugung verschaffen, dass diese bindegewebigen Fortsätze in keinem Falle am centralen Netze des Centralnervensystemes betheiligt sind*, sie enden vielmehr, wie dieses zu wiederholten Malen konstatirt werden konnte (Fig. 60), blind. Dieses gilt auch für ihre Äste, da man auch an diesen keine feinere Verästelung wahrnehmen kann, höchstens lagert in Ausnahmefällen ein Fortsatz einer Ganglienzelle an einem solchen Bindegewebsfortsatz an, der, wenn er sich verästelnd abhebt, ein Trugbild verursachen könnte. Dieses ist jedoch selten und man wird in jedem solchen Falle mit guten Immersionssystemen sich um so mehr von dem Gesagten überzeugen können, als der Bindegewebsfortsatz, wie noch erörtert werden soll, sich mit Karmin intensiv tingirt, während der Nervenfortsatz höchstens eine äußerst unbedeutende Tinktion erfährt. Um weitere Beweise dafür anzuführen, dass diese Bindegewebsfortsätze wirklich keinen weiteren Antheil an dem Aufbaue des zu besprechenden centralen Netzes nehmen, möge mitgetheilt werden, dass ich an Querschnitten Verdauungsversuche mit Beachtung der üblichen Kautelen vorgenommen habe. Nach 48stündigem Liegen des Präparates in der Verdauungsflüssigkeit erkannte man, dass die Nervenhülle zwar mit ihren Fortsätzen vorhanden war, das Netz jedoch gleich den Ganglienzellen gänzlich fehlte.

Überosmiumsäure, wenn sie längere Zeit eingewirkt hatte, bräunt auch das Netz, jedoch nicht so intensiv wie den Zellkörper; ferner hat diese Mineralsäure bei schwächerer Einwirkung, obwohl die Bräunung ausbleibt, den Einfluss, dass die Fasern des Netzes eine schärfere Begrenzung aufweisen. Diesen Einfluss übt die Überosmiumsäure auch auf die Fasern der peripheren Nerven in gleicher Weise. Auf die Nervenhülle wirkt aber diese Säure auf diese Weise

nicht, denn wenn gleich dort auch eine Bräunung erfolgt, so geschieht das erst bei längerer Einwirkung; jenen charakteristischen Glanz verleiht aber die Osmiumsäure diesem Gewebe durchaus nicht.

Der Einwirkung des Karmins wurde schon gedacht. An Osmiumsäurepräparaten scheint das Netz, gleich dem Leibe der Ganglienzellen überhaupt, sich nicht färben zu wollen, nur der Zellkern und das umhüllende Bindegewebe färbt sich. Wohl am beweiskräftigsten dürfte jedoch für die Nichtbetheiligung des Bindegewebes an dem Netze der Umstand sprechen, dass die Fortsätze desselben stets blind endigend gefunden werden, sich also nicht weiter verfeinern.

Um wieder auf das Verhalten der Fortsätze zurückzukehren, möge erwähnt werden, dass nicht eine jede Ganglienzelle, wie darauf schon hingewiesen wurde, mit einem bindegewebigen Überzuge versehen ist. Nur an jener bestimmten Stelle der *Fissurella*, nämlich im dorsalen Theile der Pedalstränge unweit hinter der vorderen Querfaserung, wo die Ganglienzellen größtentheils sich einschichtig vorfinden, haben die meisten dieser großen Zellen den Überzug. Sonst ist es als Regel anzusehen, dass nur einzelne der größeren Ganglienzellen, mithin ein sehr geringes Procent der Ganglienzellen überhaupt, stellenweise diesen Überzug erhält. Besonders an jenen Stellen, wo die Zellenlage eine mächtigere ist, in dem von mir sogenannten Lateralkern der Pedalstränge, finden sich solche Fortsätze, welche aber in solchen Fällen nur selten die Zellschicht durchsetzend, frei endigen, als vielmehr zu Zellsäcken sich erweitern. Dann senken sich aber diese Fortsätze in nicht bestimmten Abständen überall in die Ganglienzellschicht ein, um ihr gewissermaßen zur Stütze zu dienen (siehe Abbildungen).

Ich habe schon erwähnt, dass an jenen Stellen, wo Ganglienzellen der größeren Art der Nervenhülle direkt anliegen, diese stets von einer Hülle umgeben werden (Fig. 37); bei der Isolation sind es dann diese größten Zellen, welche mit der Pseudomembran umhüllt angetroffen werden, wie ja damit auch die Angaben der Autoren über das Nervensystem der Pulmonaten ziemlich übereinstimmen. Multipolare Ganglienzellen scheinen mir nie von dieser Pseudomembran umgeben zu werden.

Ob unter jenen, frei in der Ganglienzellschicht oder in dem Netz endigenden Fortsätzen auch septenförmige vorkommen, kann ich mit Bestimmtheit nicht angeben, doch sind solche in den dichteren Ganglienzellschichten gewiss nicht vorhanden.

Wie schon früher erwähnt wurde, konnten Kerne in der bindegewebigen Umhüllung der Ganglienzellen nicht aufgefunden werden[1] und eben so wenig glückte es mir diese bei den frei endigenden Fortsätzen aufzufinden. Leider habe ich am frischen Material, als ich noch an der See oder im Zoologischen Institute des Professor Claus in Wien arbeitete, die Nervenhülle unserer Thiere nicht mit der gebührenden Sorgfalt studirt. An Schnittpräparaten jedoch schien es mir, als wenn die echte Nervenhülle öfter geschichtet (Fig. 46, 56, 58, 60) sei, wobei denn die innerste dieser Schichten sich in das Nervengewebe einbuchtete, einzelne Ganglienzellen sackförmig aufnehmend oder sonst wie beschrieben endigend. Doch glaube ich, auch dem beschriebenen Verhalten nach sei diese Erklärungsweise als die einzig richtige annehmbar. Demgemäß können wir die Nervenhülle wie folgt kurz charakterisiren: *Sie bildet um das ganze Centralnervensystem eine einheitliche Hülle, welche sich bei Abgang der Nerven als Neurilemm auf dieselben fortsetzt. Sie befestigt sich an dem Centralnervensysteme und dient dem Nervengewebe gewissermaßen dadurch zur Stütze, dass sie Fortsätze in dasselbe sendet, die sich alsdann entweder an gewisse Ganglienzellen als Stützpunkte befestigen, indem sie dieselben sackartig umhüllen oder aber, zwischen die Ganglienzellschicht oder dem Nervennetz einsenkend, ohne dabei sehr lang zu werden, frei endigen.* In diesem Verhalten des Bindegewebes zum Nervengewebe erblicke ich aber einen primären Zustand, welcher sich bei höheren Thieren so einfach nicht mehr vorfindet, bei denen wir bekanntlich unter Umständen komplicirtere Verhältnisse antreffen[2].

Obgleich es streng genommen sich nicht ganz in den Rahmen des gestellten Planes einfügen lässt, so möge hier doch Einiges, da es einmal beobachtet wurde, über die bindegewebige Umhüllung, welche der Nervenhülle aufliegt und das Centralnervensystem in seiner Lage fixirt, mitgetheilt werden.

In diesem Gewebe finden sich bei den untersuchten Formen Verschiedenheiten vor, wesshalb wir es für jene im Einzelnen zu betrachten haben, zumal auch in Betreff der Lagebeziehungen der Pedalstränge, welche hier in Betracht zu kommen haben, Differenzen

---

[1] Obgleich Solbrig weiter von den Kernen nichts erwähnt, so zeichnet er sie auf Taf. VII Fig. 1 seiner citirten Arbeit.

[2] Siehe darüber u. A. die jüngst erschienene Arbeit Hans Gierke's, »Die Stützsubstanz des Centralnervensystems« Arch. f. mikr. Anat. Bd. XXV).

vorhanden sind. Vorerst möge in diesem Falle mehr der Üblichkeit halber als sonst aus einem anderen Grunde mit *Fissurella* begonnen werden.

Wie ich bereits im ersten Theile dieser Studien[1] erörtert habe, liegen die Pedalstränge der *Fissurella costaria* nicht in, sondern auf dem Fuße und werden etwa von der vorderen Querfaserung an nach hinten zu vom dunkel pigmentirten hohen Epithel der sekundären Leibeshöhle überdeckt (Fig. 32 *le*). Dieses Epithel liegt mit seiner Membrana limitans nicht direkt der Nervenhülle auf, sondern es wird von derselben durch eine Lage Bindegewebe mit eingestreuten Muskelfasern (*m*) geschieden. Dieses Bindegewebe setzt sich ohne die Muskelfasern auch lateral- und medianwärts auf die Pedalstränge fort und umhüllt dieselben mit größeren oder kleineren Unterbrechungen. Es befestigt mit einzelnen Bündeln die Pedalstränge an die Leibeswand[2].

Die Bindesubstanz besteht aus einem reticulären Netze, welchem Kerne eingelagert sind, ganz ähnlich jenem Reticulum, welches im ersten Theile dieser Studien aus dem subepithelialen Bindegewebe der Mundhöhle der *Fissurella* beschrieben und abgebildet wurde (Fig. 32 dort). Ein Unterschied zwischen diesen zwei bindegewebigen Reticulis bestand nur darin, dass das dem Centralnervensystem benachbarte embryonale Charaktere mehr gewahrt hat: während man nämlich dort das aus einem Zellennetze hervorgegangene Reticulum in Fasern umgebildet vorfindet, denen die Kerne auflagern, hat hier die faserige Differenzirung der Zellleiber nur theilweise stattgefunden (Fig. 28). An einzelnen Stellen kann man allerdings bemerken, dass sich das Netz fibrillär umwandelte (*f*), doch sind auch Balken dieses Netzes vorhanden, in denen die Zellen ihren Charakter als solchen gewahrt haben (*n*). Die Kerne sind klein und größtentheils rund, ohne deutliches Kernkörperchen, jedoch stark granulirt. Das Reticulum ist gegen Karmintinktion empfindlich. In den Maschenräumen findet man entweder Blutkörperchen (*b*) oder es werden dieselben von einer, seltener von zwei Plasmazellen ausgefüllt (*pz*). Durch letzteren Umstand erhält dieses Gewebe ein sehr charakteristisches Aussehen und dürfte jenem von Brock aus der Lei-

[1] Dieses Jahrb. Bd. IX. pag. 38—40.

[2] Diese Befestigung ist jedoch keine sehr stramme, was ich daraus schließe, dass bei der Härtung und Konservirung durch die ungleiche Schrumpfung einzelner Theile eine Lageverschiebung um die Längsachse der Pedalstränge stattfinden kann.

beshöhle von *Limax agrestis* beschriebenen gleich zu stellen sein[1]. Was die Plasmazellen in diesem Gewebe betrifft, denen überhaupt Brock mit Recht im Stoffwechsel des Thieres eine Hauptrolle zuschreibt[2], so habe ich sie nie mit anderen Stoffwechselprodukten, als mit kleinen gelblichen Körnchen, die dem Protoplasma eingelagert waren, beladen gesehen. Jene von Semper und Brock beschriebenen fettglänzenden Körnchen habe ich in diesen Zellen nicht beobachtet. Während ferner J. Joyeux-Laffuie[3] die Plasmazellen des *Oncidium* stets mit kohlensaurem Kalke gefüllt beobachtete und andererseits bekanntlich viele *Opisthobranchier* und manche *Prosobranchier*, u. A. *Muriciden*, gleichfalls in den Plasmazellen des Bindegewebes um den Schlundring herum kohlensauren Kalk zeigen, fehlt er denen der Rhipidoglossen gänzlich.

Anders gestaltet erscheint das Bindegewebe bei *Fissurella* in der Gegend der Otocysten und um diese herum (Fig. 24 *b*). Hier findet man viele spindelförmige Zellen Fig. 29 in einer homogenen Substanz eingelagert. Nach unten, der Fußsohle zu, zieht sich dieses Gewebe in breite Fortsätze aus, vermöge welcher dann das Centralnervensystem an die Körperwand befestigt wird (Fig. 24 *f*). Die spindelförmigen, sehr lang und fadig ausgezogenen Zellen lagern im unteren Theile des umhüllenden Bindegewebes, durch einander und sich vielfach kreuzend bilden sie in der Zwischensubstanz ein Filzwerk (Fig. 29 *γ*). Nach oben gegen die Gehörorgane zu nehmen sie eine geordnete, mit ihren Längsachsen einander parallele Lagerung ein, sie liegen dann stellenweise so dicht an einander, dass hier das Gewebe eine fibrilläre Form mit eingestreuten Kernen zu erhalten scheint (*β*). Unmittelbar an den Gehörorganen sind die Zellen wieder spärlicher, doch behalten sie noch ziemlich geordnet ihre parallele Lage bei (*α*). Im Gewebe selbst finden sich verschieden große Lücken vor, die der Regel nach Blutzellen bergen (*l*, aber manchmal auch von Spindelzellen überbrückt werden (*l'*). Diesem Gewebe, besonders oberhalb der Gehörorgane, sind Plasmazellen nicht sehr zahlreich eingelagert (*pz*). Eine dieser Bindegewebsart verwandte Form findet sich um das Centralnervensystem von *Aplysia depilans* L. vor und wurde von Brock gleichfalls beschrieben und

[1] J. Brock, »Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken«. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. XXXIX.

[2] l. c. pag. 38.

[3] J. Joyeux-Laffuie, »Organisation et developpement de l'Oncidie. Oncidium celticum Cuv.«. Arch. zoolog. exper. gén. Tom. X. 1882.

abgebildet[1]. Der Unterschied besteht hauptsächlich darin, dass bei *Aplysia depilans* jene Aggregate von kleinen Zellen sich vorfinden, welche Brock sich durch Theilung der großen Plasmazellen entstanden[2] vorstellt, während jene bei *Fissurella* eben so wie die zerstreut liegenden Einzelelemente dieser Haufen gänzlich fehlen.

Das um die Hauptkommissuren zu den Cerebralganglien, wie das um das Cerebralganglion sich findende Bindegewebe gleicht dem bei *Haliotis*, wesshalb auf jene Beschreibung verwiesen wird.

Bei dieser eben genannten Gattung findet sich um die Pedalstränge und um deren Pleurocerebraltheil ein von dem bei *Fissurella* verschiedenes Bindegewebe vor. Das Grundgewebe ist von einander in verschiedenen Richtungen durchkreuzenden Faserbündeln durchsetzt (Fig. 63 *f*), welche von sehr verschiedener Mächtigkeit sein können. Sonderbarerweise kann man in diesen Bündeln nur selten einen Kern eingelagert vorfinden, wie dieses Brock für verschiedene Vertreter der *Tectibranchiaten*, *Pulmonaten* und ich bei *Doris* konstatiren konnten. Die verästelten Zellen finden sich gleich wie bei den erwähnten Formen vor (*z*) und wenn ich ihre Verästelung und Anastomosen nicht so schön, wie es Brock gelang, erkennen konnte, so wird dieses wohl der einfachen Karmintinktion zuzuschreiben sein. Einzelne Blutzellen (*b*) lagern dem Gewebe auf; besonders auffallend ist es aber, dass die Plasmazellen nur vereinzelt sich vorfinden. Andere Elemente führt dieses Gewebe nicht. Von den Faserbündeln finden sich öfter viel breitere vor, als jene, welche unsere Abbildung darstellt. Sie verästeln sich ungeachtet ihrer Breite an ihren beiden Enden, um schließlich gleich einem etwas nass gemachten Pinsel, welcher auf eine Unterlage sachte angedrückt wird, zu enden. Im Gewebe finden sich zahlreiche Lücken und Öffnungen (*ö*) vor; es befestigt gleichfalls das Centralnervensystem, sich septenweise an die Körperwand inserirend. Bei dieser Befestigung sind es besonders die breiteren Faserbündel, die eine Rolle spielen (Fig. 62 *w*).

[1] l. c. pag. 26—31. Fig. 8.

[2] Wenn ich nun diese Aggregate von Zellen, die nach Brock sich oft in immensen Klumpen vorfinden, auch nicht für Blutzellen erklären will, so kann ich doch nicht annehmen, dass sie *normalerweise* als Tochterzellen aus den Plasmazellen hervorgegangen wären; sie erinnern ganz an pathologische Neubildungen, wie sie bei gewissen einleitenden Entzündungsprocessen aufzutreten pflegen. Freilich sind wir über die Erscheinungen pathologischer Art bei Wirbellosen so gut wie gar nicht unterrichtet, obwohl die Pathologie gleich anderen biologischen Wissenschaften erst so recht durch die Vergleichung zur vollen wissenschaftlichen Geltung sich erheben wird.

Wie oben im ersten Theile dieser Arbeit aus einander gesetzt wurde, liegen die Pedalstränge der *Haliotis* von der vorderen Querfaserung an unter dem Spindelmuskel und können somit vom Epithel der sekundären Leibeshöhle nicht überdeckt werden, doch werden sie in ihrer Lage stets von dem Bindegewebe an die angrenzenden Wände, theils der Fußsohle theils dem Spindelmuskel befestigt. Nur an dem Cerebropleuraltheil der Pedalstränge legt sich nach oben und hinten biegend das Epithel der sekundären Leibeshöhle mit seiner Grenzmembran dem Bindegewebe und auf diese Weise dem Nervensysteme auf (Fig. 64). Die Zellen des sekundären Leibeshöhlenepithels sind niedriger als bei *Fissurella* und unterscheiden sich von jenen auch noch durch ihr helleres Pigment.

Sowohl an den Kommissuren zu den Cerebralganglien wie auf diesen selbst ändert sich der Charakter des aufliegenden Bindegewebes. Es finden sich allerdings noch in ihm stärkere Faserbündel (Fig. 69 *f*) vor und auch die Plasmazellen sind vorhanden (*bz*), aber das übrige Gewebe lässt nur selten Zellformen erkennen. Es ist ganz faserig geworden und dem Faserwerk lagern zahlreiche, meistens längliche Kerne ein (*w*). Vollständige Zellformen sind, wie schon erwähnt wurde, nur selten vorhanden (*t*). Diesem ähnliches Gewebe findet sich noch auf den Cerebralganglien der *Fissurella*.

Bezüglich des die Pedalstränge umgebenden Bindegewebes, weicht *Turbo rugosus* sowohl von *Haliotis* wie *Fissurella* in vielen Punkten ab. Man findet die Pedalstränge in ihrer Lage fixirt durch mehrere Schichten Bindegewebe (Fig. 52 *bg*), welches jedoch nicht eine kontinuirliche Umhüllung über den Pedalstrang bildet, sondern als breitere oder schmälere Septen, sich theils von einer Wand der Höhlung, in welcher der Fußstrang (zwischen Spindelmuskel und Fuß) gelegen ist, zu einer Seite des Pedalstranges sich ausspannt, theils aber mit anderen Septen verschmelzend eine Wand der Hülle bilden. Andererseits können sich Befestigungsbänder an Nervenstämmen, die aus dem Pedalstrange getreten sind, anheften. Das Princip dabei ist, den Pedalstrang mit einer lockeren Hülle zu umgeben und ihn an die angrenzenden Wände möglichst zu fixiren. Öfters sieht man auch einzelne Muskelbündel von geringer Breite dieses Septensystem durchziehen. Nach vorn auf dem Cerebropedaltheile gehen die Septen in eine kompaktere, äußerlich schwammig aussehende Umhüllung über. In dieser Gegend nämlich liegt das Centralnervensystem nach unten, nur durch eine dünne Schicht Bindegewebe getrennt, noch immer der Fußsohle auf (Fig. 49 *F*),

wird aber nach oben von dem Spindelmuskel, gleich wie bei *Haliotis*, nicht mehr bedeckt. Diese bindegewebige Umhüllung setzt sich lateralwärts nur in einer dünnen Lage, dorsalwärts als eine mächtigere Lage fort. Vorn vor der vorderen Querfaserung bildet es eine mächtige Schicht, und setzt es sich auf die Gehörorgane derart fort, dass es dieselben durch eine Brücke (*c*) zusammenhält; vorher geht es von den Kommissuren zu den Cerebralganglien und auf den Gehörnerven (*hgn*) über. Zwischen den zwei jederseitigen Hälften des Nervensystemes ist das Bindegewebe durch eine, auf dem Querschnitte dreieckig erscheinende Höhle geschieden, welche nur von dünnen bindegewebigen Strängen und Septen, so wie von einzelnen locker daliegenden Muskelfasern durchsetzt wird. In dieser Höhlung, welche mit dem Überrest der primären (embryonalen) Leibeshöhle im Kopftheile kommunicirt und offenbar einen Blutsinus im Bindegewebe vorstellt, findet sich das Bindegewebe in jener Form wie um die Pedalstränge herum. Um den Cerebropedaltheil, vor der vorderen Querfaserung, hat das Bindegewebe mehr jenen reticulären Charakter mit eingestreuten Plasmazellen angenommen, wie wir es um die Pedalstränge bei *Fissurella* kennen lernten.

Jene beschriebenen Septen um die Pedalstränge von *Turbo* bestehen aus langen Fasern respektive Septen, die sich mit Nebenästen verbinden und ein von oben nach unten langmaschiges Netzwerk von großer Lockerheit (Fig. 30 *f*) vorstellen. An diesen Septen lässt sich keine deutliche Faserung beobachten und auch Kerne konnten an ihnen nicht deutlich erkannt werden. Die Zwischenräume der Septen sind von Plasmazellen ausgefüllt (*bz*), die je nach der Weite der Maschen des Netzes, in welchen sie liegen, mehr oder weniger in die Länge gedrückt sein können. Dann finden sich auch zwischen diesen Septen und Balken spindelförmige (*z'*) und verästelte (*z*) Zellen vor, die mit den sonst zahlreich hier sich findenden Blutzellen (*b*) nichts gemein haben.

Aus dieser Beschreibung des Bindegewebes erhellt, dass dieses Gewebe auch bei einer und derselben Art auf den einzelnen Theilen des Centralnervensystemes eine verschiedene Struktur aufweisen kann, wobei jedoch ein allgemeines Princip sich doch erkennen lässt und wodurch die große Variabilität des Bindegewebes der Mollusken, wie dieses Brock für eine und dieselbe Gattung (Aplysiae) gezeigt hat, noch prägnanter hervortritt.

Das centrale Nervennetz.

Ein nervöses Netz innerhalb des Centralnervensystemes haben, wenn wir von der Hirnrinde einstweilen absehen wollen, bis jetzt J. Gerlach und F. Klaussner, beide in der grauen Substanz des Rückenmarkes, direkt beobachtet. Gerlach in seinem schönen Artikel über das Rückenmark in Stricker's Handbuch der Gewebelehre, welcher leider von späteren Forschern wie überhaupt von den meisten, die über Nervenlehre, sei es bei den Vertebraten, sei es bei den Wirbellosen geschrieben, zum Nachtheile unserer Disciplin nicht in der verdienten Weise gewürdigt wurde[1], eröffnet uns den Blick auf Thatsachen, die früher gar nicht geahnt wurden.

Gerlach erkannte, gleich Deiters, dass den Ganglienzellen der grauen Substanz im Rückenmarke des Menschen und der Säugethiere zweierlei Fortsätze zukommen können. Die multipolaren Ganglienzellen gehen mit dem Deiters'schen Nervenfortsatze in eine direkte sich allmählich verdickende Nervenfaser über, welche auf längeren Strecken als solche, ja selbst manchmal in die abtretenden Nerven verfolgt werden konnte. Dieser seither bereits vielfach, sowohl bei den Wirbelthieren, als auch den Evertebraten bestätigte Fortsatz soll aber nach Gerlach's Befund nicht allen Zellen zukommen, wie ja dafür auch die vorliegende Untersuchung Belege abgiebt. So konnte Gerlach feststellen, dass den Zellen der Clarke'schen Säulen (Columna vesicularis) der Deiters'sche Nervenfortsatz gänzlich fehlte.

Die zweite Art der Fortsätze der Ganglienzellen, jene, welche bereits bald nach ihrem Abtreten sich verzweigen, nannten beide Autoren »Protoplasmafortsätze« (Netzfortsatz mihi). Über das Los dieser Fortsätze wusste man vor Gerlach nur so viel, dass sie sich verästeln, wie weit jedoch diese Verästelung gehen kann und was mit den Endästen geschehe, wusste man nicht. Nach Gerlach gehen diese äußerst feinen Äste mit jenen anderer Ganglienzellen in ein subtiles Netz ein, welches Gerlach für »einen wesentlichen Bestandtheil der grauen Substanz des Rückenmarkes« ansieht. Ja,

[1] Selbst in besseren Lehrbüchern über Physiologie, wie Otto Funke's Lehrbuch (sechste neu bearbeitete Auflage von A. Gruenhagen), findet man J. Gerlach's Befund nicht erwähnt, s. pag. 488—501. Brücke gedenkt freilich in seinen Vorlesungen über Physiologie (2. Aufl. Bd. II pag. 47) in gebührender Weise dieser Entdeckung.

des Autors Scharfsinn geht sogar so weit, das auszusprechen, was sich bei den komplicirten Verhältnissen im Rückenmarke, zumal der höheren Vertebraten, gar nicht direkt beobachten ließ und was erst an den bedeutend vereinfachten primären Verhältnissen des Bauchmarkes der Rhipidoglossen in vorliegender Arbeit, mit wenig Mühe zwar, ersichtlich wurde. Durch die Ganglienzellenarmuth der Hinterhörner zum Zweifel an dem direkten Ursprung der Nervenfasern aus Ganglienzellen geführt, fasst Gerlach den Ursprung der hinteren Rückenmarksnerven folgendermaßen auf: »Dagegen weisen die namentlich in jenem Theile des Hinterhornes, welcher unmittelbar hinter der Substantia gelatinosa liegt, so häufig vorhandenen Theilungen feinerer Nervenfasern darauf hin, dass die hinteren Nervenfasern nicht direkt mit Nervenzellen zusammenhängen, sondern zunächst in das feine Nervenfasernetz der grauen Substanz eintreten, durch dessen Vermittelung erst die Beziehungen zwischen den hinteren Wurzelfasern und den Nervenzellen eingeleitet werden.« Somit stellt Gerlach zweierlei Ursprungsweisen der Nerven aus dem Rückenmarke auf; erstens solche, wo die Nervenfaser direkt aus der Ganglienzelle als deren »Nervenfortsatz« entsteht und zweitens solche, wo die Faser aus dem Nervennetze sich konstruirt: nur scheint Gerlach der Meinung zu sein, dass die vorderen Nervenwurzeln nur aus Ganglienzellen entstehen, während die hinteren ihren Ursprung aus dem Nervennetze der grauen Substanz nehmen. Das durch Gerlach entdeckte Netz wurde nachträglich verschiedentlich ausgelegt. Die zwei letzten Forscher, die sich über diesen Gegenstand äußerten, sind Stricker und L. Unger[1]. Sie sagen: »Wenn wir indessen objektiv zu Werke gehen und historisch darthun wollen, was Gerlach entdeckt hat, so müssen wir sagen, dass er ein Netz von Fäden entdeckt hat, die sich bis an die Ganglienzellen heran verfolgen lassen; ein Netz, welches, anders gesprochen, aus Fortsätzen von Ganglienzellen gebildet wird. Ob dieses Netz wirklich ein Nervennetz sei, hat Gerlach nicht erwiesen.« Meiner Ansicht nach muss man aber, falls man zugiebt, dass dieses Netz »aus Fortsätzen von Ganglienzellen gebildet wird«, auch zugeben, dass das Netz ein rein nervöses ist, denn anzunehmen, dass Nervenzellen

[1] S. Stricker und Dr. L. Unger, »Untersuchungen über den Bau der Großhirnrinde«. Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien. III. Abth. Jahrg. 1879 (pag. 6 d. Separatabdr.).

Bindegewebsfortsätze abgeben sollten, ist mindestens eben so unlogisch wie wissenschaftlich unfassbar. Und in der That kommen genannte zwei Autoren in dieser Arbeit zu dem sonderbaren Resultate, dass die Ganglienzellen der Großhirnrinde »und ihre Achsencylinderfortsätze« Ausläufer tragen, welche kontinuirlich in ein Netzwerk von Bindesubstanzen übergehen[1].

1873 hat Golgi[2] das feine, von Gerlach im Rückenmarke entdeckte Netz in der Hirnrinde gesehen und es gleichfalls für rein nervös erklärt und soll daran Hypothesen geknüpft haben, »dass sie in einer nicht näher zu präcisirenden Weise«, wie sich Stricker und Unger ausdrücken, »zum Ursprung der Nerven dienen«. Dass aber bereits Virchow das centrale Nervennetz in der grauen Rückenmarksubstanz vermuthete, geht aus folgenden Worten[3] hervor. »Die Regel ist, dass die nicht direkt in Achsencylinder übergehenden Fortsätze sich mehr und mehr verästeln und erst, nachdem sie ganz

---

[1] Dieses würde uns gewissermaßen in die Zeit der weiland Neuromuskelzellen zurücksetzen, nur mit dem Unterschiede, dass Muskeln bei niederen Formen auch ektodermal entstehen können, während Bindegewebe stets mesodermale Bildung vorstellt! — Für jene größeren Zellen, welche die Ausläufer aussenden, bestreitet die nervöse Natur kein Forscher und so auch Stricker und Unger nicht, somit braucht man auch weiter ihre nervöse Natur nicht zu beweisen. Woraus man jedoch auf die bindegewebige Natur der sog. freien Kerne, mit denen jenes Netz zusammenhängt, schließt, in welchen ja die Autoren übereinstimmend Übergangsformen bis zu den reinsten Ganglienzellen auffanden, wie diese Thatsache hauptsächlich Stricker und Unger betonen, dieses bleibt mir, wie gewiss Vielen, unverständlich. Es giebt hier nur zwei Möglichkeiten, entweder sind die sog. freien Kerne Ganglienzellen oder Bindegewebszellen, ektodermale oder mesodermale Produkte, tertium non datur, wie jene beiden Autoren es für möglich halten. Sind jene Elemente aber Bindegewebszellen, so können sie mit einem nervösen Netz nicht anastomosiren; da sie dieses jedoch thun sind sie auch nicht Bindegewebszellen, sondern sehr kleine Ganglienzellen. An einem anderen Orte wird Stricker noch konfuser in seiner Auffassung und man sieht, wie schwer er sich aus der Verlegenheit, in die er sich gestürzt, zu helfen weiß. Er sagt auf pag. 575 seiner Vorlesungen über allgemeine und experimentelle Pathologie Wien, Braumüller, 1877): »Trotzdem das Netz seiner Hauptmasse nach zu den Bindesubstanzen zu zählen ist, können einzelne Fäden desselben dennoch leiten (!). Mit anderen Worten: Während die Hauptmasse des Netzes auf einer niederen Entwicklungsstufe stehen bleibt und niemals oder nur in abnormen Fällen Nervenleiter aus sich heraus entwickelt, könnten einzelne Fäden des Netzes dennoch Nervenbahnen sein.«

[2] »Sulla Struttura della Sostanza grigia del Cervello.« Milano 1873. (Citirt nach Stricker und Unger.)

[3] »Cellularpathologie« 4. Aufl. pag. 307.

feine Fäserchen oder Reiserchen gebildet haben, mit den von anderen Ganglienzellen ausgehenden Fäserchen anastomosiren. Auf diese Art entsteht z. B. in der grauen Substanz des Rückenmarkes ein *zusammenhängendes Reiserwerk*, welches bis zum Gehirn aufsteigt.« Wenn man in dieser Beschreibung das Reiserwerk mit Netzwerk austauschen wollte, erhielte man in ihr die treffendste Schilderung über diesen anatomischen Punkt.

Sonderbarerweise nimmt F. Klaussner in seiner, unter den Auspicien Kupffer's fertiggestellten Untersuchung über das Rückenmark des Olmes [1] von dem bedeutungsvollen Artikel Gerlach's keine Notiz. Nach ihm ist die in mancher Beziehung an embryonale Verhältnisse erinnernde graue Substanz des Rückenmarkes vom Olme um den Centralkanal von dem Epithel desselben und den Ganglienzellen gebildet, welch' letztere auf die Hörner in der Weise sich fortsetzen, dass die Mitte derselben, insbesondere der Hinterhörner (nach der Abbildung), von Ganglienzellen frei bleibt. Hauptsächlich an der Stelle der vorderen Kommissur sah Klaussner von den äußeren Fortsätzen der Ganglienzellen direkte »Deiters'sche« Nervenfortsätze abtreten. Was jedoch von unserem Standpunkte in dieser Arbeit von Wichtigkeit ist, ist, dass die mittlere Zone der grauen Substanz von einem nervösen Reticulum ausgefüllt wird. »An der Bildung desselben betheiligen sich zunächst,« wie Klaussner mittheilt, »die von dem lateralen Winkel des Epithelstratums um den Centralkanal herum, u. herstammenden Fibrillenzüge. Nachdem sie nur eine kleine Strecke zur Peripherie ihren Weg genommen haben, gehen sie in das hier zunächst in die Augen springende Reticulum über, dessen polygonale Maschen nach den drei Dimensionen des Raumes 10—30 μ messen. Auf dem Querschnittsbilde sieht man an den Knotenpunkten der Maschen dunkle Punkte, welche dem Querschnitte auf- oder abwärts steigender Fibrillenzüge entsprechen. . . . . Je mehr peripher, um so dichter werden die einzelnen Spangen des Netzes.« Über eine aus dem Reticulum entstandene Ursprungsweise der Nerven drückt sich Klaussner nicht weiter aus.

Ich habe diese Beobachtungen bloß angeführt, um zu zeigen, dass das Nervennetz im Centralnervensysteme der Rhipidoglossen, welches wir eben betrachten wollen, im Thierreiche nicht unvermittelt dasteht und es lässt sich jetzt schon aus guten Gründen ver-

[1] Ferd. Klaussner, »Das Rückenmark von Proteus anguineus«. Abhandl. der königl. baierischen Akademie der Wissenschaften. II. Kl. XIV. Bd. II. Abth.

muthen, dass ein gleiches Nervennetz im Centralnervensystem allgemein aufzufinden sein wird[1]. Über dieses Nervennetz bei Mollusken hat nur M. J. Dietel[2] etwas beobachtet, wesshalb dessen Angaben noch erörtert werden sollen.

Wie schon mehrmals erwähnt wurde, verästeln sich die meisten Fortsätze der Ganglienzellen, nachdem sie diese verlassen haben, vielfach; dabei kommt weiter nicht in Betracht, ob sie in diese Verästelung unmittelbar nach ihrem Abgange aus der Zelle übergehen oder erst nachdem sie sich eine Strecke weit als unverästelte Fortsätze erhalten haben. So weit reichen die positiven Angaben der Autoren über diese Verästelung der Ganglienzellenfortsätze der Mollusken, doch da diese theils nur der einseitigen Methode der Isolation huldigten (Buchholz, Solbrig), theils ihre Querschnitte nicht mit der gewünschten histologischen Genauigkeit untersuchten (Walter, Böhmig), konnten sie das Nervennetz auch nicht weiter erkennen, denn dazu können nur Querschnitte von geeigneter Feinheit verhelfen. Andererseits mag auch der Umstand zu dieser Verzögerung der richtigen Erkenntnis beigetragen haben, dass im Nervensysteme, wo es zu Ganglienbildung kam, und welche hauptsächlich zur Untersuchung beigezogen wurde, auch histologisch komplicirtere Verhältnisse entstanden, wobei auch das reichlich entwickelte Bindegewebe als etwas Störendes in dem Weg steht (höhere *Gasteropoden*, *Hirudineen*, *Arthropoden*). Bei den Rhipidoglossen jedoch, die in dieser Beziehung durch den gleichmäßig gebauten Pedalstrang auf ursprünglicherem Boden stehen, präsentirt sich dem Forscher dieses Nervennetz bei einiger Sachkenntnis gleichsam auf dem Teller. Erkannt an dem einfachen, wird es sich auch bei komplicirteren Objekten bald konstatiren lassen[3].

Über dies im Kerntheil des Ganglions sich findende Gewebe bestehen für die Mollusken nur Vermuthungen, welche eher zur Kon-

[1] Ich hoffe dieses nervöse Netz in einer späteren Publikation bei den meisten Gruppen der *Bilaterien* nachzuweisen.

[2] J. Dietel, »Die Gewebselemente des Nervensystemes bei wirbellosen Thieren«. Berichte d. naturwiss.-medic. Vereins in Innsbruck. Jahrgang 1878.

[3] Dass dieses Netz jedoch selbst bei den *Cestoden* nicht sehr leicht aufzufinden sein wird, dafür spricht eine Bemerkung Theodor Pintner's (»Untersuchungen ü. d. Bau des Bandwurmkörpers«. Arbeit. a. d. zoolog. Institute zu Wien Bd. III.), dem dieses Nervennetz im Nervensystem der Bandwürmer doch vor Augen zu schweben scheint; so sagt er: »glaubt man auch oft bei Anwendung von Hartnack's Obj. XV Imm. und Oc. IV bei angestrengter Untersuchung bald ein *feines Maschenwerk*, bald eine zarte Längsstreifung wahrzunehmen, so kommen dann doch immer Bilder vor, die Zweifel erwecken, ob man es mit Thatsachen oder subjektiven Eindrücken zu thun hat«.

fusion als Klärung der Sache beitragen können. So finden wir, dass Buchholz[1] zwar vermuthungsweise die Ansicht aussprach, es mögen die meisten breiten Achsenbänder (Nervenfortsätze autorum) gar nicht zu peripheren Organen treten, »sondern innerhalb der Centraltheile selbst verbleibend, daselbst auf irgend eine Weise ihr Ende erreichen«. Es stellt sich dann dieses Innere des Ganglions als ein System ganz eigenartiger nervöser Faserbildungen vor, welches von dem der peripheren Nerven verschieden ist. Der Hauptberuf dieses Fasersystemes sei der, die Ganglienzellen unter einander zu verbinden. Da Buchholz die direkte Verbindung der Ganglienzellen unter einander nicht glaubt, bleibt ihm keine andere Verbindungsweise anzunehmen übrig als diese. Wie unsicher jedoch in dieser Frage der sonst so sachliche Buchholz sich fühlte, geht aus folgendem Schlusssatze über diesen Gegenstand hervor: »Welcher Art nun freilich die letzten Endigungen dieses centralen Fasersystemes sein mögen, und ob man in den unmessbar feinen Fäserchen, welche wir als die letzten Verzweigungen desselben überall kennen lernten, bereits diese Endigung vor sich hat, welche kontinuirlich in Fäserchen übergehen, die von anderen Ganglienzellen herstammen, darüber freilich vermag die direkte Beobachtung vorläufig noch nicht zu entscheiden, etc.«[2].

Einen Schritt weiter vorwärts scheint mir in seiner Spekulation Solbrig gethan zu haben. Er nimmt nämlich gleich Buchholz an, dass der Centraltheil des Ganglions von einem Faserwerk nervöser Natur hergestellt wird, an dessen Bildung die Fortsätze der Ganglienzellen jeder Art Theil nehmen sollen. Aus dem Umstand, dass auf der einen Seite eintretende Fasern auf der anderen Seite dieses Faserwerkes mit eingestreuter granulirter Masse niemals heraustretend zu beobachten sind, folgert Solbrig, »dass man es mit einem förmlichen Netzwerk« zu thun habe, welches er der Form nach mit einem Kapillarnetze der Blutgefäße vergleicht. Ich glaube aber, dass er Buchholz nicht richtig verstanden hat, wenn er weiter angiebt, sich bemüht zu haben zu ergründen, ob jener Vorstellung des Netzes auch die Wirklichkeit entspricht, aber vergebens nach »Anastomosen in dieser Schaltmasse, wie sie Buchholz zur indirekten Verbindung der Zellen unter einander anzunehmen geneigt ist«, suchte. Buchholz hat aber, wie wir gesehen haben, nie etwas Bestimmtes über diese Frage ausgesprochen.

[1] l. c. pag. 299—300.

[2] l. c. pag. 47—48.

Solbrig, der mit Buchholz gegen Walter und Waldeyer[1] eine direkte Anastomose unter den Ganglienzellen leugnet, ist geneigt, neben dem direkten Ursprung der Nervenfaser aus der Ganglienzelle auch einen indirekten, auf eine weiter nicht angegebene Weise aus der »körnig-faserigen Masse«, die er vorher der Form nach mit einem Kapillargefäße verglichen hatte, anzunehmen. Sonderbar bleibt es freilich, dass der sonst wohl belesene Solbrig den ein Halbjahr früher erschienenen Artikel Gerlach's über das Rückenmark nicht gekannt hat.

Wie nun aus dieser historischen Erörterung hervorgeht, war man bei Wirbellosen über die centrale Masse der Ganglien völlig im Unklaren.

Dass die Leydig'sche Punktsubstanz bloß einen Aushelf aus der Verlegenheit darstellt, brauche ich dem Fachmann nicht zu versichern. Auch L. Böhmig[2] nennt das centrale Gewebe der Ganglien der Pulmonaten Punktsubstanz und versteht darunter ein »filzähnliches Gewirr von Primitivfibrillen«; er wiederholt also bloß die Aussage früherer Autoren.

Wie wir schon erörtert haben, sind zum größten Theile die Fortsätze der Ganglienzellen solche, die, nachdem sie aus der Zelle traten, entweder sofort (Fig. 8) oder nach längerem, oft sogar sehr langem ungetheilten Verlaufe sich in ihre Endäste auflösen. Diese Endverzweigungen sind von der subtilsten Art. Aus den Nachbarzellen vereinigen sich die Endäste mit gleichfalls verzweigten Fortsätzen zu einem mit polyedrischen Maschen ausgestatteten Netze. Die Maschen können aber auch längsgestreckt entweder in die Längsachse der Pedalstränge oder im rechten Winkel zu denselben gestellt sein. Diese speciellen Verhältnisse sollen jedoch bei der Topographie Erörterung finden. Auch für das mit Neurohistologie weniger vertraute Auge lassen sich am deutlichsten an Osmiumsäurepräparaten, wo das Netz eine gewisse Bräunung erfahren hat, jene Stellen demonstriren, welche in der nächsten Nähe solcher Ganglienschichten gelegen sind, bei denen es nicht zu Nervenursprüngen oder sonstigen

---

[1] Waldeyer, »Untersuch. ü. d. Ursprung und Verlauf des Achsencylinders bei Wirbellosen und Wirbelthieren«. Henle und Pfeiffer's Zeitschrift Bd. XX. Citirt nach Solbrig.) W. spricht sich, so viel mir ersichtlich, über diese Frage nicht so kategorisch aus. — Ich muss es bedauern, dass mir diese Arbeit unzugänglich war. Außer meiner Privatbibliothek steht mir hier weit und breit keine Bibliothek zur Verfügung.

[2] l. c.

mächtigen Faservereinigungen kommt. Als eine solche Stelle lässt sich wohl die unweit der vorderen Querfaserung gelegene dorsale Seite des Pedalstranges empfehlen (Fig. 13 *g*). Dieses Netz verhält sich bei allen untersuchten Rhipidoglossen ganz gleich.

Am Querschnitte den Netzknoten angelagert sind helle Punkte erkennbar, die nichts Anderes als Querschnitte von dieser Stelle des Netzes abtretender Nervenfasern vorstellen (Fig. 13 *j*). Solche können auch zu zweien an einander liegen oder die gewöhnliche Breite überschreiten, je nachdem man eine Faser an ihrer Theilung oder an ihrer Wurzel getroffen hat. Solche querdurchschnittene feine Fasern sind natürlich sehr zahlreich, was ja leicht erklärlich ist, da das Netzwerk nach allen drei Dimensionen des Raumes ausgedehnt ist. Immerhin bekommt man an Querschnitten, besonders wenn diese sehr dünn sind, nicht die ganze Summe der quergetroffenen Fasern zur Ansicht, denn obgleich Fasern, welche direkt aus einem Knotenpunkte des auf dem Querschnitte vorliegenden Flächennetzes entspringen, selbstverständlich erhalten sein werden, finden sich auch zahlreich solche vor, die von einem tiefer oder höher gelegenen Knotenpunkte, als der Querschnitt ist, kommen, und sich einzelnen Netzschenkeln bloß anlegen; solche Fasern werden natürlich auf den Querschnitten während der Manipulation ausfallen. Man wird aber auch von solchen quergetroffenen Fasern einige antreffen, die einzeln oder zu Gruppen vereinigt sich erhalten haben (Fig. 16). Besonders in Fällen, wo größere Bündel longitudinaler Fasern sich vorfinden, werden diese auch auf dem Querschnitte zwischen den Netzmaschen erkennbar sein (Fig. 18 *p*). Ich habe jedoch, wie ich ausdrücklich bemerken möchte, an Knotenpunkten getroffene Fasern an den einzelnen Abbildungen, bis auf die aufgeführten, der Klarheit der Bilder halber, nicht angegeben und nur an Stellen gezeichnet, wo zahlreiche Querschnitte von Fasern, seien sie feinerer oder gröberer Art, zu sehen waren. Wie sich das centrale Nervennetz zu den aus dem Nervensystem tretenden gröberen Fasern verhält, werden wir im nächsten Abschnitte zu erörtern haben und hier wollen wir nur noch einige allgemeine Eigenschaften des Netzes anführen.

Die Mittelweite der einzelnen Maschenräume habe ich auf 0,036—0,065 mm berechnet; die der Netzfasern dürfte 0,011 mm nicht übersteigen. Da die Ganglienzellschicht innerhalb des Centralnervensystemes eine corticale Lagerung einnimmt, findet sich das Nervennetz naturgemäß als Kernsubstanz vor, wesshalb ich es *centrales Nervennetz* nannte. Es durchzieht gleichförmig das ganze Centralnervensystem mit Aus-

nahme der Kommissuren und obgleich es dicht genug erscheint, so verleiht es dem Nervensysteme im frischen Zustande, besonders gegen Flüssigkeiten beim Quetschen, eine gewisse spongiöse Eigenschaft. Eine gewisse Elasticität muss aber im Leben diesem Gewebe zugeschrieben werden, denn Stücke der Pedalstränge z. B. lassen sich mit einer breiteren Pincette auf das halbe Lumen zusammendrücken, ohne dass nach dem Aufhören des Druckes sie an Lumen abnehmen. Mit Ausnahme der größeren Faserzüge, die stellenweise das centrale Nervennetz durchsetzen, ist dasselbe, wie erwähnt wurde, überall gleichmäßig entwickelt und nie findet man etwas Anderes vor, als die beschriebenen, stellenweise oft massenhaft auftretenden Querschnitte von Nervenfasern; solche sind dann meistens gröbere Fasern, die die sogenannte LEYDIG'sche Punktsubstanz vorstellen. Andere Gewebstheile, mit Ausnahme *wohl charakterisirter*, nervöser, zerstreut liegender Centralzellen (Fig. 2, 17 *w*. *w'*, 40, 42 etc.), die mit ihren zahlreichen Fortsätzen das Netz verstärken helfen, finden sich hier nicht vor. Durch eine lymphatische Flüssigkeit entstandene Kunstprodukte, *die etwa eine körnige Zwischensubstanz zwischen den Netzbalken vorstellten, finden sich, wie Jeder leicht sich überzeugen kann, nicht vor.* Die schon erwähnten multipolaren Centralzellen sind so wohl charakterisirte Nervenzellen, dass nur Voreingenommenheit sonder Gleichen oder Unkenntnis der Verhältnisse der übrigen Ganglienzellen, sie für anderer Art erklären könnten. Sogenannte freie Kerne, besser Kerne mit nur verschwindend geringem Zellleibe, kommen nicht vor. Außerdem ist jeder Theil im Nervennetze von der Stelle an, wo die Fortsätze der Ganglienzellen in dasselbe sich auflösen, gegen gewisse Reagentien gleichmäßig empfindlich, resp. relativ unempfindlich und dadurch von den bindegewebigen Fortsätzen der Nervenhülle scharf geschieden; denn, um es zu wiederholen, das Netz gleich dem mächtigeren Fortsatze der Ganglienzellen und deren Zellleib wird bei stärkerer Einwirkung der Überosmiumsäure, wenn auch in geringerem Grade, gebräunt. War jedoch die Einwirkung dieser Säure geringer, so erhalten sie im Gegensatze zum Bindegewebe eine gleich den Ganglienzellen und den geraden Fasern der peripheren Nerven einen matten Glanz. Gegen Karmin sind sie gleich den Ganglienzellen und im Gegensatze zur Nervenhülle wenig empfänglich, doch nehmen sie bei Chromsäurepräparaten eine leise Tinktion an. Weitere unzweideutige Beweise für die nervöse Natur dieses Netzes liefern im nächsten Abschnitte die Nerven-

ursprünge, solcher Beweise wird aber der Fachmann wohl keine mehr bedürfen, wenn er sich nur entschließt an zwei bis drei gut gelungenen Querschnitten sich von diesem neurohistologisch so wichtigen Verhalten selbst zu überzeugen[1], zumal da bei den heutigen wohl eingerichteten zoologischen Stationen das Material leicht zu erhalten ist.

Demnach findet sich im Kerntheile des Centralnervensystemes der Rhipidoglossen weder sog. Punktsubstanz noch die bei den Vertebraten vorkommende Virchow'*sche Neuroglia*[2] *vor, sondern das Ganze wird von einem subtilen Nervennetze ausgefüllt, dessen Ursprung die Ganglienzellen sind.* — Somit hätten wir im Allgemeinen sowohl das centrale Nervennetz als auch die Ganglienzellen und das Bindegewebe erörtert und es bedürfen nach deren Kenntnis die Topographie der einzelnen Theile so wie die Nervenursprünge einer Besprechung.

Topographie der Pedalstränge und der Ursprung ihrer Nerven.

Bevor wir uns mit diesem Kapitel beschäftigen, erübrigt uns Einiges über das äußere Verhalten der Pedalstränge, was bereits im ersten Theile dieser Arbeit ausführlicher beschrieben wurde, in Kürze zu rekapituliren, um die direkten Anknüpfungspunkte nach Möglichkeit in den Augen zu behalten. Ist dieses geschehen, so haben wir bei den einzelnen Gattungen die Beschreibung getrennt vorzunehmen, da sich hier, wie begreiflich, einzelne Verschiedenheiten untergeordneter Art vorfinden.

Wie wir im ersten Theile gesehen haben, wohin bezüglich der Einzelheiten ein- für allemal verwiesen werden muss, sind die Pedal-

---

[1] Durch die seltene Zuvorkommenheit meines hochverehrten Freundes Professor Friedr. Krukenberg erhielt ich zu Anlass dieser Untersuchung eine Quantität *Turacin*, eines rothen Farbstoffes, welcher zuerst von Church aus den Federn verschiedener *Musophagiden* extrahirt wurde. Das *Turacin* hat nach Church die Formel $C_{50}H_{56}CuN_8O_{19}$, enthält aber daneben ziemlich viel Eisen. S. darüber Krukenberg, »Grundzüge einer vgl. Physiologie d. Farbstoffe und der Farben«. Winter, Heidelberg 1884. pag. 151, Anm. 90. Dieser Farbstoff soll nach einer brieflichen Mittheilung Krukenberg's bei Wirbelthieren das Bindegewebe intensiv färben, aber das Nervengewebe intakt lassen. Obgleich ich Tinktionsversuche vorgenommen habe, konnte ich bei Mollusken diese Reaktion nicht erzielen. Für Wirbelthiere habe ich noch keine Versuche vorgenommen.

[2] Virchow's Gesammelte Abhandlungen, 1862.

stränge entweder zwei lange, den ganzen Fuß durchziehende oder durch sekundäre Vorgänge verkürzte und dadurch verdickte nervöse Stränge, wie sie im letzten Falle *Fissurella* besitzt. Der jederseitige Pedalstrang besitzt bei allen untersuchten Formen eine lateralwärts der ganzen Länge nach dahinziehende Furche, die ich seiner Zeit *Lateralfurche* nannte. Sie reicht vorn bis zum Pleurocerebraltheil und endet, immer seichter werdend, dortselbst (Fig. 19 *lf*); sie ist seicht bei *Fissurella* (Fig. 40 *lf*), tief bei den *Haliotiden* und den *Trochiden* Fig. 32 *lf*). Durch diese Furche können wir der besseren Übersicht und des Verständnisses halber den jederseitigen Pedalstrang in einen oberen (Fig. 40 *A*) und unteren (*B*) Abschnitt trennen. Diese Trennung ist aber, wie ich nochmals erwähnen will, eine bloß aus Utilitätsrücksichten gebotene, da ja der Pedalstrang ein einheitliches Ganzes vorstellt und die Lateralfurche bloß einen kleinen Einschnitt in denselben bewirkt. Sie wird auch bei den *Haliotiden* und *Trochiden* nach hinten zu immer seichter (Fig. 38 *lf*) um schließlich am dünnen Endtheile der Stränge ganz aufzuhören (Fig. 39).

Der Querschnitt des Pedalstranges ist länglich oval (Fig. 40, 52) geformt. In situ liegen die Stränge jedoch ihrer größten Breite nach der Fußsohlenfläche nicht parallel, sondern diesem etwa unter 60° auf; somit fällt unsere Bezeichnung, dass der oberhalb der Lateralfurche gelegene Theil des Nervenstranges auch oben sei, wenn gleich er auch nach oben und etwas nach außen steht, immerhin noch treffend genug aus. Dieses wurde vorausgeschickt, um bei der lokalen Bezeichnung der einzelnen Theile in Kürze verständlich sein zu können.

Bei der nun folgenden Beschreibung erschien es mir gebotener, vor der Darstellung des Cerebropedaltheiles die Pedalstränge völlig zu erledigen, da die Verhältnisse, wie sie sich dort auffinden lassen, erst aus diesen verständlich werden[1], was schon daraus erhellt, dass der Cerebropedaltheil, so wie er bei den Rhipidoglossen vorliegt, bereits eine sekundäre Bildung vorstellt; darauf weisen die Stammeltern der Gasteropoden, die *Chitonen*, direkt hin. Bei diesen nämlich[2] findet sich betreffs des Nervensystemes noch ein mehr primäres

[1] Es findet hier also *in gewissem Sinne* ein ähnliches Verhalten statt, wie zwischen Rückenmark und Hirn, wovon R. Virchow uns mit voller Einsicht belehrt, dass zum näheren Verständnisse der Hirnstruktur die Kenntnis der Rückenmarksstruktur, als eines einfacheren Theiles des Centralnervensystemes, gefordert werden muss (s. Cellularpathologie, Kap. XIV).

[2] S. meine citirte Arbeit über Chiton.

Verhalten vor, als bei den in mancher Beziehung älteren *Neomenien*[1]. Man findet aber bei den *Chitonen*[2] noch keinen Cerebropedaltheil der Fußstränge vor, sondern die Pedalstränge gehen, ohne sich früher geeinigt zu haben, als solche kontinuirlich in den oberen Schlundring über[3].

Aus dem jederseitigen Pedalstrange entspringen, wie wir es hier wiederholen wollen, zahlreiche Nerven, die größtentheils in die Fußsohle treten; solche nannte ich Fußnerven. Jene, welche, gleichfalls aus dem Pedalstrange tretend, die laterale Körperwand und die Seitenorgane versehen, wurden von mir als Lateralnerven angesprochen. So viel einstweilen über diese Nerven, auf die wir ausführlicher zu sprechen kommen.

Die Pedalstränge werden von einem inneren Kerntheile, der bei anderen Mollusken von Dietl[4] als Marksubstanz angesprochen wurde, und einer corticalen Rindenschicht gebildet. Der Kerntheil durchzieht die Pedalstränge ihrer ganzen Länge nach, um sich auf den Cerebropedaltheil in gleicher Weise als »Marksubstanz« fortzusetzen. Er besteht aus dem schon besprochenen Nervennetze und aus längeren dickeren Nervenfasern oder Bündeln. Durch die letzteren, so wie deren Ursprünge wird das Nervennetz sowohl bezüglich seiner Ausdehnung etwas beschränkt, als auch stellenweise in seiner Form verändert, und zwar weniger in der Weite als in der Gestalt langgestreckt oder polyedrisch der Netzmaschen. Diese Einzelheiten sind bei der Erörterung der betreffenden Stellen zu besprechen.

Die corticale Rindenschicht wird von den Ganglienzellen gebildet. Diese können viel- oder wenigschichtig über einander liegen und bei der Vielschichtigkeit können einzelne Partien der Zellenlage in das Nervennetz einragen. Auf Querschnitten kann es sich dann ereignen, dass einzelne Zellgruppen nach Art der Kerne im Vertebratenhirne von der übrigen Zellschicht isolirt erscheinen (Fig. 43). Der direkte Zusammenhang solcher anscheinenden »Kerne« mit der übrigen Zellschicht wird aber bereits auf den folgenden Schnitten klar gelegt, *denn wirklich isolirte Kerne, die nicht als bloße Einragung der corticalen Zelllage Fig. 40 nachweisbar wären, sind hier*

[1] S. darüber hauptsächlich: A. A. W. Hubrecht, »*Proneomenia Sluiteri* gen. et spec. nov.« Niederl. Arch. f. Zoolog. Bd. Suppl. II.

[2] l. c. Taf. I Fig. 1.

[3] Ursprünglich mit dem Vorhaben, die histologischen Verhältnisse des Centralnervensystemes der *Placophoren* mit dem der *Rhipidoglossen* gleichzeitig zu erörtern, musste schon des größeren Umfanges dieser Arbeit halber bis auf Weiteres aufgeschoben werden.

[4] l. c.

nicht vorhanden. Die Ganglienzellenlage kann breit oder schmal sein, doch kommt es hier, wie dies bei den folgenden Formen der Fall ist, nur in selteneren Fällen zur Einschichtigkeit jener Lage.

Obgleich es geboten erscheint der speciellen Erörterung nicht vorzugreifen, so möge doch im Allgemeinen mit wenigen Worten das Verhalten der Zelllage sowohl in Bezug auf ihre Dicke, als auch auf ihre Zusammensetzung besprochen werden. Im Allgemeinen ist die Zellenlage in den Pedalsträngen an deren oberem und innerem Rande dünn (Fig. 14 *A*): nach unten zu gewinnt sie an Dicke und erreicht lateralwärts eine besondere Mächtigkeit. Um die Lateralfurche wird sie am mächtigsten und ragt, um dieselbe gelagert, in das Nervennetz ein (Fig. 40, 55 *lf*). Diese Ganglienzellschicht ist auf dem Querschnitte nur stellenweise vom Netzwerk oder Längsfaserbündel unterbrochen, und dann sind auf dem Querschnitte einzelne Zellgruppen isolirt und scheinen inmitten des Nervennetzes zu liegen. Diese dicke Zellenlage durchzieht auf diese Weise den ganzen Pedalstrang und setzt sich auch auf den Pleurocerebraltheil bis zu dessen Spaltung fort. Wie ich schon von vorn herein erwähnen will, dient die eben besprochene Verdickung der Zellschicht hauptsächlich zur Abgabe der Fasern für den paarigen Pedalnerven; da nun dieser Nerv der stärkere unter den Nerven des Pedalstranges ist, so erklärt es sich auch, wesshalb diese Zellschicht so mächtig sich ausbilden musste[1]. Wir wollen ihn, ohne auf die allgemein übliche Bezeichnung »Kern« weiter Rücksicht zu nehmen, in Betracht dessen, dass das Verständnis bei der Beschreibung durch Schlagworte besser gewahrt wird, seiner Lage zur Lateralfurche und seiner Beziehung zum Nervenursprunge halber als *Lateralkern* benennen. Was weiter die Gruppirung der Zellen betrifft, so sei im Allgemeinen erwähnt, dass zu äußerst kleine Zellen gelegen sind, die mit einander sich netzartig verbinden und mit den unter ihnen liegenden größeren Zellen anastomosiren: letztere stehen entweder mit dem Nervennetze in Verbindung oder mit den Nervenwurzeln; sie können aber mit den unter ihnen liegenden kleineren Zellen sich verbinden. *Somit werden in der Zellschicht die größeren Elemente von oben und unten von kleineren begrenzt.*

[1] Doch genau genommen ist weder der dicke Nerv Ursache der Dicke der Zellschicht, noch ist die Dicke der Zellschicht Ursache der Entwicklung eines mächtigeren Nerven, sondern beide sind Folgen der fortschreitenden Koncentration des centralen Nervensystemes, bedingt durch äußere Ursachen, welche auf die gesammte Körperform einwirkten.

Nach diesem vorläufig genügenden allgemeinen Bilde möge an die Beschreibung der speciellen Verhältnisse geschritten werden. Es erschien mir nämlich bei der Gleichförmigkeit der Pedalstränge zweckentsprechender, durch zahlreiche Beschreibungen von Einzelverhältnissen zum Gesammtbilde der Pedalstränge aufzusteigen als umgekehrt. Aus diesem Grunde wollen wir abermals auf die Nerven zurückkehren und deren Ursprung besprechen.

Durch die Lateralfurche wird der Fußstrang in zwei Regionen getheilt, welche sonst nicht weiter von einander histologisch sich abgrenzen, doch sind wir durch die Ursprungsweise der Nerven gewissermaßen gezwungen diese Regionen zu unterscheiden. Die Furche trennt den Fußstrang in einen oberen kleineren Fig. 40 *A*) und einen unteren größeren *B* Abschnitt. Aus dem oberen Abschnitt des Fußstranges entspringen die zahlreichen Lateralnerven. Über ihren Verlauf und ihre Endigungsweise wurde im ersten Theile vorliegender Arbeit gesprochen und hier sei nur noch einmal wiederholt, dass ich damals ihre gemischte Natur durch ihre Endigungsweise *direkt* nachgewiesen habe. Jeder dieser Nerven verlässt den Pedalstrang an dessen oberer Seite und zwar an jener Stelle, wo die innere Fläche desselben an die obere anstößt (Fig. 40, 55 *on*). In unserem Querschnitte auf Fig. 40 ist der Nerv bei seinem Ursprunge zwar nicht ganz median getroffen, doch liegt die Schnittfläche mehr der Längsachse des Nerven als dessen Rande genähert. Wir sehen auf diesem Querschnittsbilde, dass der Nerv, um der Klarheit wegen so zu reden, nachdem er in den Pedalstrang tritt, seine Fasern pinselförmig im oberen Theile desselben ausbreitet.

Aus der inneren Fläche des Pedalstranges und gegenüber jener Stelle, wo die Lateralfurche nach oben grenzt, entspringt sich direkt aus den Fortsätzen der Ganglienzellen zusammensetzend, ein starkes Nervenbündel (*zf*). Man kann an diesem sehr gut gerathenen Präparate mit Klarheit beobachten, dass es zumeist kleine sog. Dreieckzellen sind, deren lange Fortsätze konvergirend zu diesem Nervenbündel zusammentreten. Mit ihren oberen Fortsätzen stehen sie in direktem Zusammenhange mit kleineren multipolaren Ganglienzellen. Solche longitudinale Fasern resp. Faserbündel der peripheren Nerven, die, wie die eben beschriebenen, ihren Ursprung *direkt* den Fortsätzen der Ganglienzellen verdanken, d. h. durch die Verlängerung der Fortsätze derselben gebildet werden, nenne ich *direkte Zellursprünge*, oder bei der nächstfolgenden Beschreibung kurzhin *Zellursprünge*. Dieses eben erwähnte Faserbündel liegt nach innen

und oben und tritt hier mit den anderen Fasern des Nerven zusammen. Es beschreibt somit eine nach innen konkave Bahn und diese umschließt im Vereine mit der Ganglienzellenlage der inneren Seite eine Partie des Nervennetzes (*l*), welches äußerst reich an Faserquerschnitten ist.

Das beschriebene Faserbündel wird aber bald nach Fortsetzung seiner Bahn von anderen Faserbündeln und Einzelfasern verstärkt. Sowohl von jenem begrenzten Netze (*l*), wie auch medianwärts aus dem Nervennetze, gesellen sich solche Bündelchen (*nf'*) zu ihm. Verfolgt man den Ursprung dieser Fasern (*nf'*) genauer, so sieht man, dass diese alsbald im Netzwerke aufhören und sich somit weiter zu keinen Ganglienzellen begeben. An solchen Präparaten wird man bei einiger Übung des Auges schon mit Vergrößerung Hartnack Syst. 6, Oc. 3, aber mit Immersionssystem [1] um so *unzweideutiger* den wahren Beginn dieser Fasern erkennen. Dass man diese Verhältnisse für Solche, deren Auge weniger an feinere neurohistologische Präparate gewöhnt ist, freilich nur an den allerfeinsten Schnitten beweiskräftig demonstriren kann, ist klar. Ich habe nun solch eine Stelle gerade an dem Ursprunge einer Nervenfaser des Lateralnerven ganz genau so abgebildet, wie ich dieses mit sehr starken Systemen bei vorzüglicher Beleuchtung beobachten konnte. Man sieht hier (Fig. 16) das Nervennetz an seinen einzelnen Fasern stellenweise varicös verdickt. Eine kleine Centralzelle, deren Leib durch Osmiumsäure gebräunt erscheint, löst sich mit ihren Fortsätzen in das Nervennetz auf. Daneben liegt eine Nervenfaser, die man in den peripheren Nerven als Nervenfibrille bezeichnen würde; diese theilt sich nach hinten in zwei Schenkel. Aus den einzelnen Knotenpunkten des Nervennetzes treten gleich starke Fäden ab, die zu dickeren Bündeln mit einander verschmelzen, und wieder andere Fäden gleicher Art aufnehmen, um schließlich den Nervenfaden oder die Nervenfaser zu bilden, welche als solche in den peripheren Nerven eintritt. Somit setzt sich dieser Nervenfaden aus den Fäden des Nervennetzes zusammen, oder mit anderen Worten, *er entspringt aus dem centralen Nervennetze*. Solche Ursprungsweise von peripheren Nervenfäden nenne ich im Gegensatze zu jenen, die sich als direkte Fortsätze von Ganglienzellen dokumentiren, *Netzursprünge*. Selbstverständlich wird die Nervenfaser bei solcher Ursprungsweise sich nicht nur aus der Schnittfläche konstruiren, sondern von Netzfädchen aus allen drei

[1] Ich arbeitete mit einem vorzüglichen Immersionssystem XI von Reichert.

Richtungen des Raumes, gleichsam wie der Stamm einer Pflanze aus den Wurzeln, was ja weiter nicht zu erörtern ist.

An solchen an dem Nervennetze sich konstruirenden Nervenfäden habe ich weiter keine fibrilläre Struktur gesehen. Eine Zusammensetzung dieses Fadens aus feineren findet sich nicht vor, da die Netzfädchen gleichsam in ihm verschmolzen sind, und das Ganze bildet ein einheitliches Band gleich den Fortsätzen der Ganglienzellen. Es finden sich, gleich wie dort, allerdings Protoplasmakörperchen vor, die sich einreihig und netzförmig, wie dieses offenbar auch im Achsencylinder der Vertebraten der Fall sein wird[1], anordnen können, wie ich dieses für die peripheren Nervenfasern der *Doris* nachweisen konnte[2].

Solche Nervenfasern mit Netzursprüngen setzen sich zu Bündeln zusammen oder treten einzeln (Fig. 40) in die Wurzel des Nerven ein (*af*). Aus der oberhalb des Lateralkernes gelegenen lateralen Seite, wo die Zellschicht noch immer sehr dick ist und gewissermaßen das obere Ende des Lateralkernes vorstellt (*y*), sah ich aus den größeren mittel- oder etwas randständig gelegenen, birnförmigen Zellen Fortsätze in das Nervennetz eintreten (*z*), welche sich in demselben nicht verästelten, auch nicht zu Bündeln zusammentraten, sondern, einzeln das Nervennetz durchsetzend, an die Wurzel des Lateralnerven traten, um sich dessen übrigen Fasern beizumengen. Sowohl unterhalb (*uf*), als auch oberhalb dieser direkten Zellursprünge erkennt man einzelne Fasern Netzursprunges, die sich einzeln an die Nervenwurzel begeben. Zwischen diesem Fasersysteme sieht man kleinere Ganglienzellen. Es sind entweder Centralzellen, über deren Fortsatzverhalt ich stets im Klaren war, oder größere, sich einzeln hier vorfindende Ganglienzellen, deren Fortsatzverlauf ich nicht sicher eruiren konnte, da der Verlauf nicht in eine und dieselbe Ebene fiel. An dieser Stelle lässt sich freilich die Natur manchen Faserverlaufes schwer erkennen, so viel kann ich aber behaupten, dass hier zwischen diesen Bündeln nur selten quer durchschnittene Nervenbündel und auch dann nur in kleiner Menge sich vorfinden.

Nach oben von jener Stelle, wo die Nervenwurzel auch innerhalb des Pedalstranges ein einheitliches Bündel vorstellt, grenzt sie nach innen und oben an die Ganglienzellschicht. Besonders aus

[1] S. d. C. Kupffer, »Über den ‚Achsencylinder' markhaltiger Nervenfasern«. Sitzungsberichte d. k. baier. Akademie. Math.-phys. Klasse. 3. 1883.

[2] »Beitrag z. Kenntn. d. Nerven im Peritoneum von Doris tuberculata Lam.« Arbeiten a. d. zoolog. Institute zu Wien. Bd. V.

den obersten dieser Zellen (*t*) sah ich deutliche Zellursprünge in die Nervenwurzel eintreten, wo sie entweder weiter verfolgbar waren, oder in eine andere Fläche als die Schnittfläche überbogen und durchschnitten sich darstellten. Manche dieser Zellen verbinden sich mit kleineren Ganglienzellen, welche in dem Verlauf der Nervenwurzel liegen, oder sie bilden Anastomosen mit Zellen der oberen äußeren Zelllage. Eine solche sehr lange, die Nervenwurzel kreuzende Anastomose wurde auf unserer Abbildung dargestellt.

Somit haben wir die Nervenwurzel im Querschnitte so vor uns, dass sie, ähnlich einer Pflanzenwurzel, aus der Mitte des oberen Abschnittes des Pedalstranges entspringt. Durch die Konkavität des äußeren und inneren Wurzelrandes begrenzt die Wurzel zwei Marktheile; des unteren inneren dieser Marktheile haben wir schon gedacht; der obere äußere (*l*) wird nach innen von der Nervenwurzel, von außen von der Ganglienzellschicht begrenzt. So wie wir aber die Nervenwurzel auf dem Querschnitte vor uns haben, haben wir das gesammte wirkliche Bild vom Ursprunge des Lateralnerven auch nicht einmal annähernd gesehen. Vielmehr sind es jene zwei Marktheile, die der Nervenwurzel median und lateralwärts anliegen und welche zwischen den Maschen des Nervennetzes so zahlreiche Faserquerschnitte aufweisen, die bei Betrachtung dieses Nervenursprunges noch genauer zu verfolgen sind. Wir wollen, um diese Theile gründlicher zu verstehen, einen anderen Querschnitt des linksseitigen Pedalstranges desselben Exemplares betrachten.

Hier (Fig. 55 *on*) wurde der Lateralnerv nicht ganz median und weiter nach vorn als in dem früher besprochenen Querschnitte getroffen. Das Präparat rührt von einem weiter nach hinten gelegenen Theile des Pedalstranges her, wo dieser bereits dünner geworden ist. Man erkennt hier, dass der Nerv nicht aus dem inneren oberen Rande des Pedalstranges, sondern aus dessen äußerem oberen Rande abtritt. Gleich bei ihrem Austritte aus dem Pedalstrange nimmt die Nervenwurzel von oben und innen mehrere Netzursprungsfasern (*t*) auf, eben so ein mächtiges Bündel etwas tiefer nach unten (*x*) aus dem angrenzenden Nervennetze (*l*); dann wird die Nervenwurzel weiter durch keine Fasern mehr verstärkt, sondern erstreckt sich ungetheilt (*p*) bis zum oberen Rande des Lateralkernes, um hier wie abgestutzt zu endigen. Da die Nervenwurzel hier plötzlich eine Wendung macht, die außerhalb des Querschnittes zu liegen kommt, so wurde sie durchschnitten, so dass nur ihr koupirtes Ende in Form eines Packetes quergeschnittener Faserbündel zu sehen ist. Oberhalb

dieses Querschnittes treten aber, wie es scheint aus dem Nervennetze, einige sehr feine Fäserchen als Verstärkung hinzu.

Nach außen von der Nervenwurzel ist die dünne Lage der Ganglienzellschicht (*k*) bloß von multipolaren Zellen gebildet, welche die mittlere Größe nicht überschreiten. Sie anastomosiren nach außen mit einander und nur die inneren Fortsätze der zu innerst gelegenen Zellen gehen in das Nervennetz über: dieses ist sehr schmal und weist an diesem Querschnitte keine Nervenfaserursprünge auf. Aus der Zellenlage der oberen Seite des Pedalstranges erstrecken sich einige kettenförmig mit einander verbundene multipolare Ganglienzellen (*z*) der Nervenwurzel entlang nach unten zu; diese Zellkette erscheint nach innen etwas konkav gebogen. An verchiedenen anderen Querschnitten überzeugt man sich, dass diese Ganglienzellengruppe nur als ein schmaler Fortsatz in das Nervennetz einragt. Die Zellen finden sich zwar nicht immer so zahlreich vor, wie in diesem Falle, doch fehlen sie dieser Stelle der Lateralnervenwurzel fast nie. Sie treten in keine direkte Beziehung zum Lateralnerven und ihre einzige Aufgabe scheint nur die zu sein, das Nervennetz um die Nervenwurzel herum zu verstärken. Dort wo der Nerv nicht aus der äußeren oberen Seite, sondern der inneren des Pedalstranges entspringt, lagern diese Zellen nach außen von der Nervenwurzel. Nach innen von ihnen und unter ihnen finden wir abermals (*x*, *x'*) sehr zahreiche Querschnitte von Nervenfäden.

Fig. 1.

h.qf' hintere Querfaserung.
c letzte Pedalkommissur,
ln, *ln'* *ln''* Lateralnerven,
h Nervenwurzel.

Vergleichen wir nun diesen eben beschriebenen Querschnitt mit dem in Fig. 40, so ist es klar, dass die anliegenden zahlreichen Querschnitte von Fasern, die sich auf jedem Querschnitte durch den Nervenursprung vorfinden, aber in anderen Gegenden, wo Nerven nicht entspringen, wie z. B. inmitten des Pedalstranges, sich in solch' großer Zahl nie vorfinden, in gewissem Zusammenhange mit dem Ursprung des Lateralnerven stehen. Vollends klar wird ihre Beziehung, wenn wir das Endtheil der Pedalstränge frisch in Glycerin aufgehellt, bei schwachen Vergrößerungen oder Lupenvergrößerung von oben in toto betrachten. Wir sehen dann Holzschnitt Fig. 1 [1] in der Mitte des orangegelben Pedalstranges eine hellere

[1] I. Theil Fig. 2.

weiße Ader sich hinziehen, aus welcher Äste lateralwärts abtreten *l* und welche als direkte Wurzeln der Lateralnerven sich erkennen lassen. Vergleichen wir nun dieses Bild mit unseren Querschnittsbildern, so können wir unser Totalpräparat mit jenen wie folgt in Einklang bringen. Aus gewissen Stellen der oberen Pedalstranghälfte sammeln sich longitudinale Nervenfasern, die allein oder zu zweien, nie aber zu dickeren Bündeln vereinigt, zwischen den Maschenräumen des Nervennetzes durchziehen und in dieser Weise nach hinten bis zu einer Lateralnervenwurzel gelangen, wo sie entweder einzeln oder zu größeren Bündeln vereinigt in den Nerven einbiegen. In Fig. 55 *p* haben wir offenbar ein solches in den Nerven umbiegendes und denselben so bilden helfendes Nervenbündel vor uns. Diese von vorn nach hinten ziehenden Wurzelfasern des Lateralnerven will ich seine *horizontale Wurzel* nennen (Fig. 40 *l*, *l'*).

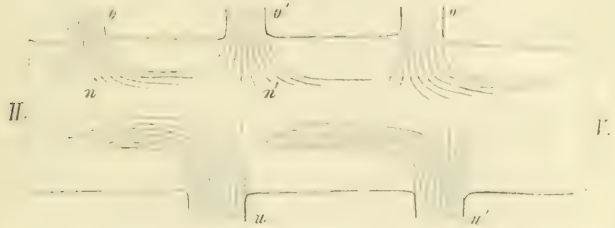
An jenen Stellen, wo der Nerv vom Pedalstrange abtritt, findet sich eine andere Wurzel vor, welche senkrecht in den Nerven eintritt und so seine *vertikale Wurzel* genannt werden mag. Dabei kann, wie ich nach zahlreichen Schnittserien hinzufügen darf[1], die vertikale Wurzel hinter oder mit der horizontalen Wurzel in den Nerven treten. Weiter hinter dem so gebildeten Lateralnerven beginnt die horizontale Wurzel sich für den nächstfolgenden Lateralnerven abermals zu sammeln und so weiter fort.

Wir hätten somit den Ursprung der Lateralnerven besprochen und es erübrigt uns noch Einiges über das feinere Verhalten hinzuzufügen. Es handelt sich nämlich darum, stammen die Fasern der horizontalen Wurzeln direkt aus den Zellen oder aus dem Nervennetze? Zum größten Theile besitzen sie allerdings Netzursprünge und nur diejenigen Fasern, welche lateralwärts gelegen sind, haben einen Zellursprung. Dabei dürfen wir uns die Sache nicht so vorstellen, dass alle diese Fasern aus einer und derselben Ebene oder doch aus wenigen Querebenen ihren Ursprung nehmen, vielmehr sammeln sie sich aus dem ganzen, zwischen zwei Lateralnerven gelegenen Stücke. Es wird uns aber auch dann schwer fallen zu sagen, wo die vertikale Wurzel ihre Begrenzung gegen die horizontale zu hat. Nur dann, wenn einzelne stärkere Bündel auftreten, können wir sagen, ob diese der einen oder der anderen Wurzel angehören, da in natura die Fasern der horizontalen Wurzeln in jene der vertikalen allmählich sich umbiegen. Es wird dann an einer gewissen Stelle

[1] Auf den Tafeln konnten selbstverständlich nur die allerwichtigsten Präparate abgebildet werden, da sonst die Tafelzahl allzusehr vermehrt worden wäre.

schwer fallen, für eine Faser zu bestimmen, ob sie horizontalen oder vertikalen Ursprunges sei. Das beigegebene Schema (Holzschnitt Fig. 2 oben) vergegenwärtigt dieses Verhältnis von drei Lateralnerven wohl am besten.

Fig. 2.



n, *n'* Zwischenstück, *o*, *o'*, *o''* Lateralnerven, *u*, *u'* paariger Pedalnerv.

Auf dem Querschnitte erkennen wir, dass die Zellursprungsfasern sowohl aus der äußeren wie inneren Seite des Pedalstranges herstammen können: da nun ferner mittelständige Ganglienzellenlager, oder sog. Kerne, innerhalb des Pedalstranges nicht vorkommen, so ist es klar, dass die Fasern von Zellursprüngen in den abtretenden Nerven hauptsächlich nach außen zu liegen kommen, während die Netzursprünge die Mitte einnehmen werden. Freilich darf dieses Verhalten nicht allzu schematisch aufgefasst werden. Über jene Frage, ob die Nervenfasern beiderlei Ursprunges sich innerhalb des Nervenstranges vermengen, konnte bei dem Mangel eines histologischen Kriteriums auch nicht entschieden werden.

Innerhalb des Pedalstranges giebt es noch ein anderes Verhalten der Nervenfasern zum Nervenstamme, worüber ich nicht stillschweigend hinweggehen kann. In manchen Fällen beobachtete ich auf Querschnitten, dass an der Stelle, wo der Nerv aus dem Pedalstrange zu treten hatte, sich nicht longitudinale Nervenfasern, sondern ein Nervennetz vorfand (Fig. 20 *f*), aus welchem sich dann die Nervenfasern für die Nerven zusammensetzten *n*. Bei genauer Betrachtung erkannte ich, dass hier das Nervennetz nur theilweise mit dem centralen Nervennetze zusammenhing, denn es war ersichtlich, dass neben dem äußeren Theil der horizontalen Wurzeln *l* ein Bündel von Nervenfasern nach oben bog, dessen Einzelelemente sonderbarerweise sich am Nervengrunde in jenes Netz auflösten. Aus diesem so entstandenen Netze, welches dem centralen in jeder Beziehung gleich war, und selbst Centralzellen aufwies, konstruirten sich nun, wie erwähnt, theilweise die Nervenfasern des Lateralnerven. Hier erscheint das Nervennetz also als eine Schaltmasse zwi-

schen den Nervenfasern. Dieses Netz findet sich auch in derselben Nervenwurzel nur lokal vor und nur selten so massenhaft, wie in dem eben beschriebenen Falle.

Es schien mir stets, als wenn Netzursprungsnervenfasern über jene mit Zellursprung in den Lateralnerven prävaliren sollten, was, wenn es sich bestätigen sollte, von großer Tragweite sein dürfte. J. Gerlach[1] glaubt nämlich, dass im Rückenmarke die sensiblen Nerven aus den Hinterhörnern nur Netzursprunges seien, während die der vorderen Nerven, also die motorischen, direkt aus den Ganglienzellen stammen. Ich habe nun für die Lateralnerven im ersten Theile dieser Arbeit zwar nachgewiesen, dass sie gemischter Art seien, doch da sie außer den Seitenorganen noch die Tastzellen der Seitentaster zu versorgen haben, so ist klar, dass sie im Verhältnis zur geringen Muskulatur der lateralen Körperwand hauptsächlich sensible Fasern führen. Diese gewiss sehr wichtige Frage ließe sich mit Beiziehung der sehr geeigneten Verhältnisse der *Trochiden*, wo nur jederseits vier der Lateralnerven zu Seitentastern treten, die anderen aber nur die laterale Körperwand versorgen, entscheiden. Doch bei dem Umfange des vorliegenden Materiales wäre es momentan wenigstens unmöglich gewesen, die für sich bereits ein mühsames Studium abgebende Frage zu prüfen.

Wir können die Ursprungsweise des Lateralnerven bei *Fissurella* nun um so mehr verlassen, als wir bei Besprechung der Lateralnerven der *Trochiden* noch einmal diese Frage behandeln werden, da sich dort kleinere Verschiedenheiten vorfinden. Hier sei nur noch der sehr seltenen doppelten Ursprungsweise des Lateralnerven gedacht, was von der äußerlichen Vereinigung von zwei Pedalnerven, wie es sich besonders am Endstück der Pedalstränge vorfindet, wohl zu unterscheiden ist. In diesem letzteren Falle entspringen die Nerven in der beschriebenen Weise in gewissen Abständen von einander, und vereinigen sich erst nach kürzerem Verlaufe. Bei dem doppelten Ursprunge (Fig. 41) aber entspringen zwei Lateralnerven knapp neben einander, so dass sie nur vier bis fünf übliche Querschnittsdicken von einander entfernt sind. Sie vereinigen sich sofort nach ihrem Austreten. Freilich kann man in diesem letzten Falle eine sekundärere Erscheinung erblicken wie in dem anderen und beide auf den gemeinsamen Grund, auf das Bestreben der Pedalstränge sich zu Ganglien zu koncentriren[2], zurückführen.

[1] l. c. pag. 683.

[2] Sonderbar ist es, wenn einsichtsvolle Zoologen, wie Hatschek und Rabl,

Pedalnerven, solche also, die den Fuß zu innerviren haben, unterscheiden wir zweierlei, erstens einen solchen, der aus jedem Pedalstrange gesondert abtrat und einen solchen, welcher scheinbar aus der Pedalkommissur entsprang; den ersteren nannte ich den *paarigen Fußnerven*, den letzteren den *unpaaren Fußnerven*. Diesen einstweilen bei Seite lassend, wollen wir den Ursprung der paarigen Fußnerven betrachten. Dieser Nerv übertrifft den Lateralnerven bedeutend an Stärke, doch variirt diese zwischen den zahlreichen paarigen Fußnerven. Der erste stärkste dieser Nerven entspringt noch im Pleurocerebraltheile (Fig. 26 *un*) und ist bestimmt, den vor dem Kopfe gelegenen Fußabschnitt allein zu versorgen.

Als Regel für die Abtrittsstelle kann man annehmen, dass der paarige Pedalnerv unterhalb des Lateralkernes, und somit auch der Lateralfurche, den Pedalstrang verlässt (Fig. 40, 61 *un*) und nur in den seltensten Fällen aus dem unterhalb der Lateralfurche sich findenden Abschnitte des Lateralkernes (Fig. 41) abtritt. Dieser letzte Fall ist aber, wie wir noch sehen werden, auf eine Verschmelzung zweier auf einander folgender Nerven und so auf einen sekundären Zustand zurückzuführen. Auf einem Querschnitte (Fig. 55 *un*), der den Nerven bei seinem Abgange aus dem Pedalstrange gerade durch seine Achse getroffen hat, erkennt man, dass seine Fasern aus dem Pedalstrang sich pinselförmig sammeln. Man erkennt unter diesen Fasern keine, welche sich tiefer in das Nervennetz fortsetzte; alle entspringen ausnahmslos aus dem Nervennetze, um sich sofort zu einem mächtigen, einheitlichen Bündel zu vereinen und als Nervenstamm aus dem Centralnervensystem abzutreten. Die zwei dem Nerven angrenzenden Zelllagen werden nur von kleinen multipolaren Ganglienzellen gebildet, die unter einander vielfach anastomosiren und mit ihren inneren Fortsätzen das Nervennetz, aus welchem die seitlichen Nervenfasern entspringen, bilden helfen. Um den gesammten Netzursprung der Nervenfasern sind äußerst zahlreiche Querschnitte von Nervenfasern, in kleineren Packeten vereint, vorhanden (*pf. pf'*). Man sieht nirgends eine Faser, die einen Zellursprung aufweisen könnte.

Ganz ähnliche Bilder erhält man auch, wenn man die Wurzel

---

die Pedalstränge der Prosobranchier für sekundäre, aus den Pedalganglien entstandene Bildungen halten wollten. B. Hatschek, »Über Entwicklungsgeschichte von Teredo«. Arbeiten a. d. zoolog. Intitut zu Wien. Bd. III. Rabl, Über die Entwicklung der Tellerschnecke. Morphol. Jahrbuch Bd. V. pag. 651 erklärt geradezu offen, »dass heute zahlreiche Formen der Gastropoden, II. wieder zur eudipleuren Körperform zurückzukehren streben«, wie die »Chitonen, Patellen und Fissurelliden« unter den Prosobranchiern.

der ersten paarigen Pedalnerven der Länge nach durchschneidet (Fig. 26 *un*), d. h. man wird sich überzeugen, dass die medianwärts gelegenen Fasern des Nerven, seine inneren Fasern, ausschließlich aus dem Nervennetze stammen.

Ein anderer Schnitt, welcher den Nerven mehr lateralwärts getroffen hat, zeigt von dem vorigen ein verschiedenes Bild (Fig. 10 *un*). Medianwärts sieht man allerdings noch Fasern (*nf'''*), die ihren Netzursprung auf den ersten Blick erkennen lassen, doch weisen die meisten der Fasern ausgesprochene Zellursprünge auf (*zf'*, *zf''* *r*). Zu oberst ragt ein Theil des Lateralkernes tief nach unten in die Nervenwurzel, wo er durch die in den Nerven sich begebenden Faserbündel gleichsam wie ein Fluss von seinen Ufern, eingeengt wird. Dieser einragende Theil des Lateralkernes führt nach außen und unten große birnförmige Zellen, deren peripher gekehrte Enden sich direkt in Nervenfasern fortsetzen (*zf''*), mit ihren inneren Fortsätzen aber mit anderen Zellen anastomosiren, deren innerer Fortsatz (oder Fortsätze) sich in das Nervennetz auflöst. Meistens verbinden sich aber auch diese birnförmigen Zellen unter einander und stehen in direktem Zusammenhange mit dem Nervennetze. Zwischen diesen größeren Zellen findet man aber zuweilen auch kleinere, zumeist multipolare, die mit anderen, die bereits im peripheren Nerventheile liegen, auf eine oder die andere Weise in Verbindung stehen. Mehr nach unten findet man noch kleinere Ganglienzellen vor (*r*), deren peripheres Ende sich als Nervenfaser weiter in den Nerven fortsetzt.

An der unteren Seite des Pedalstranges (*w*), wo die Zelllage gleichfalls eine ansehnliche ist, findet man dem Nerven zunächst abermals größere birnförmige Zellen vor (*q*), die Zellursprünge für den Nerven abgeben; mehr nach unten jedoch (*zf'*), zumeist nach innen zu, liegen multipolare Zellen, welche zu direkten Faserursprüngen dienen. Hieraus ersehen wir, wie schon im Kapitel über die Ganglienzellen bemerkt wurde, dass alle Zellformen, mit Ausnahme der Centralzellen, Fortsätze besitzen können, welche direkt zu Nervenfasern d. h. Zellursprüngen werden.

Wenn wir nun den Schnitt aus der lateralen Fläche dieser Nerven mit solchen, die medianwärts geführt wurden, vergleichen, so sehen wir, dass, obgleich manchmal in medianwärts geführten Schnitten aus den anliegenden Zellen Zellursprünge abtreten, doch fast ausschließlich die vorderen und hinteren Seiten der Nerven es sind, wo sich die Zellursprünge vorfinden. Allerdings hier so zahlreich, dass die Summe der Zellursprünge an den zwei Stellen vor und hinter

dem Nerven, jener dem median gelegenen Netzursprunge gleich kommt, besonders wenn man auch das zuweilen vorkommende Abgehen einzelner Zellursprünge von den anderen noch übrigen zwei Seiten mit in Betracht zieht.

Während die Zellursprünge der Lateralnerven besonders weit im Pedalstrange ausgreifen und ihre Wurzeln den ganzen oberen Theil desselben in Anspruch nehmen (Fig. 40), beschränkt sich der Ursprung des paarigen Pedalnerven zum Theil auf den unteren Abschnitt des Lateralkernes, welcher hauptsächlich diesem Nerven zum Ursprunge zu dienen scheint, und auf einen Abschnitt der unteren inneren Hälfte des unteren Pedalstrangtheiles. Ich habe die Rayons der Ursprünge der einzelnen verschiedenen Nerven im Querschnitte des Pedalstranges schematisch zusammengestellt, und in diesem Schema (Fig. 72) das des paarigen Fußnerven roth, jenes des Lateralnerven blau bezeichnet. Wir sehen in diesem Schema, dass der größere untere Theil des Lateralkernes fast ausschließlich in den Rayon des paarigen Fußnerven fällt; dieses weiter zu begründen soll unsere nächste Aufgabe sein.

Man erkennt, dass der sonst (Fig. 53, 55) ausschließlich von Ganglienzellen gebildete Lateralkern auf manchen Querschnitten zwischen den Ganglienzelllagen zeitweilig kleinere (Fig. 56 *n*, *n'*, *n''*) oder größere (Fig. 40 *g*) Inselchen einschließt, welche durchaus frei von Ganglienzellen jeder Art sind und lediglich aus dem Nervennetz gebildet werden; man erkennt ferner mitunter sehr zahlreiche Querschnitte von Längsfasern in den Maschenräumen, diese können dann auf nach vorn folgenden Querschnitten zu mächtigen Bündeln vereint diese Inseln allein bilden (Fig. 25, 26, 27 *f.un*)[1]. Entweder sind mehrere solcher Inseln von geringem Durchmesser auf demselben Querschnitte des Lateralkernes vorhanden, oder es findet sich nur eine von bedeutender Dicke vor. Obgleich man über die Deutung dieser Faserbündelquerschnitte nicht weiter verlegen sein wird, so beweisen vollends Längsschnitte ihre Eigenschaft als Wurzeln des paarigen Pedalnerven. Diese Wurzeln sammeln sich ausschließlich aus dem Lateralkerne. Ich habe mich zu wiederholten Malen überzeugen können, dass diese Wurzel sowohl Netzursprungsfasern als auch solche von Zellursprüngen enthält. Diese Wurzel begiebt

[1] Diese Abbildungen rühren allerdings von Querschnitten des Cerebropedaltheiles her, doch bleiben sich auch hier diese Verhältnisse im Lateralkerne dieselben und um auf diese Weise nicht unnöthig die Zahl der Abbildungen zu vermehren, hielt ich es für rationeller dorthin zu verweisen.

sich medianwärts und von innen in den Nervenstamm (Fig. 33 *w*) und vermischt sich hier vielfach mit dem Netzursprunge des Nerven (Fig. 55 *pf*, *pf'*). Die Wurzel aus dem Lateralkerne zieht nicht von vorn nach hinten, sondern von hinten nach vorn. Jeder dieser paarigen Fußnerven enthält somit von hinten eine Verstärkung aus dem Lateralkerne und diese Wurzel stellt zugleich die horizontale Wurzel des Nerven dar und ist gewissermaßen mit der gleichnamigen des Lateralnerven vergleichbar, mit dem Unterschiede, dass ihr Faserverlauf ein entgegengesetzter ist (Holzschnitt Fig. 2); aus diesem Grunde erklärt es sich auch, wesshalb die paarigen Pedalnerven im Endtheil der Pedalstränge früher aufhören, als die Lateralnerven.

Wenn Pedalstränge in Serien zerlegt werden, trifft man auch unter den paarigen Pedalnerven, ähnlich wie bei den Lateralnerven, auf Querschnitte, an denen der Nerv scheinbar mit zwei Wurzeln entspringt; dann ist der obere Schenkel (Fig. 43 *ow*) stets der schwächere und verlässt früher den Pedalstrang als der untere Schenkel; außerhalb des Pedalstranges vereinigen sich beide alsbald zu einem gemeinsamen Stamme. Der obere Schenkel tritt dann gerade aus der Lateralfurche ab. Die Vereinigung ist stets aufzufinden.

Ein seltenerer Fall ähnlicher Art ist der, dass der Nervenstamm außer seinem Hauptstamme noch einen unteren dünneren Nebenschenkel aufweist (in Fig. 43 mit *tw* angedeutet), dessen Fasern hauptsächlich auf Querschnitten in der Ganglienzellschicht der unteren inneren Seite sich auffinden lassen (in Fig. 33 mit blau). Die Vereinigung außerhalb des Pedalstranges bleibt auch hier nicht aus.

Bei den *Trochiden* finden wir noch solche Stadien vor, die in Betreff der beginnenden Vereinigung zweier Nerven noch frühere Stadien aufweisen. Die Vereinigung scheint peripher zuerst stattzufinden und im Laufe der phyletischen Entwicklung oder bei *Fissurella* bloß durch einen einseitigen Erwerb centralwärts fortzuschreiten. Bei *Fissurella* kommt sogar eine durchgehende Vereinigung mehrerer paariger Pedalnerven, ähnlich dem ersten aller untersuchten *Rhipidoglossen*, vor. Wenn dann der paarige Fußnerv in dieser seiner Vereinigung besonders mächtig auftritt, so geht er nicht von der beschriebenen Stelle unterhalb des Lateralkernes, sondern mit seiner vollen Mächtigkeit aus dem Lateralkerne selbst ab (Fig. 41 *un*); in diesem Falle wird natürlich der Verlauf der Lateralfurche durch den Nerven unterbrochen.

Der Lateralkern soll noch anderweitig Erörterung finden und nun sollen, bevor wir den sog. unpaaren Nerven besprechen wollen, die *Ursprünge der Pedalkommissuren* erörtert werden.

Die Kommissuren wurden ihrem äußeren Erscheinen, ihrer Zahl und Entfernung nach von einander im ersten Theile dieser Arbeit besprochen und hier haben wir bloß ihre inneren Verhältnisse, d. h. ihren Ursprung, zu besprechen. Sie verlassen die Pedalstränge stets an jener Stelle, wo die untere Fläche des Pedalstranges an die innere grenzt (Fig. 33). Auf dem eben citirten Querschnitte können wir sehen, dass die Fasern der Kommissuren (*c*) sich ganz ähnlich wie die der Nerven aus einem gegen den Kommissurenabschnitt zu konvergirenden Fasersysteme besteht, welches im Nervenmetze pinselförmig ausstrahlt (*w*): auf diesem Präparate konnte man bei stärkeren Vergrößerungen mit voller Sicherheit erkennen, dass die in die Kommissuren tretenden Fasern fast ausschließlich Netzursprünge hatten und nur die wenigen unter ihnen, die randständig an die Ganglienzellen stießen, wiesen unter sich Fasern auf, deren direkter Abgang aus Ganglienzellen festgestellt werden konnte. Auf anderen Präparaten (Fig. 18) erkannte ich aber, dass die inneren Fasern der Kommissuren nur theilweise Netzursprünge aufwiesen, indem sie, gleich den vorigen, aus dem inneren Centralnetztheile des unteren Pedalstrangabschnittes ihren Ursprung nahmen (*v'*). Ein oberes starkes Bündel (*v*) endigte jedoch nicht hier, sondern ließ sich bis zu der der Kommissurwurzel der entgegengesetzten Seite des Pedalstranges verfolgen, wo angelangt seine Fasern divergirend aus einander wichen. An manchen Präparaten waren diese divergirenden Fasern in einer noch größeren Zahl vorhanden, doch nirgends trat ihr Endverhalten so deutlich hervor, wie in zwei Präparaten zweier verschiedenen Kommissuren, von welchen das eine eben in Fig. 18 nach Möglichkeit naturgetreu wiedergegeben wurde. Man konnte unter den vielen kleinen multipolaren Zellen der Ganglienzellschicht einige auffallend große (*z*) erkennen, welche die schon oft erwähnte mittelständige Lage zwischen den übrigen einnahmen. Eine dieser Zellen (*z'*) durchsetzte die ganze Zelllage mit ihrem Fortsatze und dieser wurde unzweideutig zu einer Faser jenes Bündels der Kommissur: von dieser Stelle empfängt die Kommissur also direkte Zellursprünge. Dass auch von anderen Zellen hierselbst noch Ursprünge in jenes Faserbündel eintreten, erleidet meiner Ansicht nach auf vorliegendem Bilde keinen Zweifel, wenn gleich es direkt nicht nachweisbar war. Auf einem anderen Präparate war

es aber deutlich, dass mehrere Fasern aus diesen großen Ganglienzellen in jenes Bündel eintraten, ob jedoch alle Fasern jenes oberen das Netz durchsetzenden Bündels (*a* von hier entsprangen und ob nicht auch Netzursprünge sich beimengten, konnte ich mit Bestimmtheit nicht ermitteln.

Oberhalb des eben beschriebenen Bündels von Kommissuralfasern konnte ein deutliches, starkes, jedoch stellenweise lockeres und vom Nervennetze ausgefülltes Bündel (*f*) beobachtet werden, welches die Netzsubstanz quer durchsetzte und allem Anscheine nach mit der Kommissur nichts zu schaffen hatte, worauf auch andere Präparate hinwiesen. Dieses Faserbündel zog vom unteren Rande des Lateralkernes zur Zellenlage der entgegengesetzten Seite und war nach oben zu etwas konkav. Von der inneren Seite (*y*) entsprangen die Fasern dieses Bündels zum kleineren Theile aus Zellen, zum größeren Theile aus dem Netze selbst. Unterhalb des Lateralkernes angelangt, divergirten die Fasern ein wenig. Die oberen traten entweder mit größeren birnförmigen Ganglienzellen mittlerer Stellung in Verbindung, oder waren auf dem Querschnitte durchschnitten. Von den meisten Fasern trat, dieser zwar einzigen aber sicheren Beobachtung zufolge, allerdings nur eine in direkte Verbindung mit einer jenen großen Zellen, von welchen die Fasern zur Pedalkommissur abgingen. Diese Zelle (*r*) war auf dem Querschnitte tripolar, ihr äußerer Fortsatz verlief zu einer kleinen peripheren Zelle, der obere ging, als Nervenfaser nach oben steigend, in jenes oben beschriebene Bündel über; der untere Fortsatz war zwar durchschnitten, doch glaube ich aus dem Bilde, wie es uns vorliegt, annehmen zu dürfen, dass die Zelle mit diesem Ende als direkter Fortsatz in das Bündel der Kommissur eintrat. Auf diese Weise würde dann die Wurzel der Kommissur durch eine Zelle (ob durch mehrere?) mit jenem oberen Faserbündel, und durch dieses mit der inneren Wand des Pedalstranges ohne Vermittelung des Nervennetzes in Beziehung treten. Ob Fasern jenes oberen Bündels mit dem Ursprunge eines paarigen Pedalnerven, etwa unterhalb der Lateralfurche, in Zusammenhang treten, ist mir unbekannt resp. nicht eruirbar gewesen. So viel steht fest, dass solche innere Faserverbindungen zwischen zwei entgegengesetzten Seiten der Pedalstränge selbst bei *Fissurella* selten auftreten. An gewissen Stellen des Pleurocerebraltheiles sind sie häufig und da ein direkter Zusammenhang mit Nervenwurzeln auch dort nicht eruirbar war, nenne ich solche Faserbündel, welche zwei Seiten mit einander verbinden, *innere Kommissuren*. Diese fin-

den sich nicht oberhalb jeder Wurzel der Pedalkommissur vor, oder sie sind mir möglicherweise wegen ihrer Lockerheit entgangen.

Wir wollen nun auf unser Thema, nämlich den Ursprung der Pedalkommissuren, zurückkommen. Man trifft auf dem Querschnitte zwischen den Nervenursprüngen der Fasern auch zahlreiche, wenn gleich nicht zu Bündeln gruppirte Querschnitte von dickeren Längsfasern an und da diese eine so charakteristische Lage einnehmen (*lf*), so erleidet es keinen Zweifel, dass sie zum Theil wenigstens in die Kommissur tretende Längsfasern vorstellen. Ich sage nur zum Theil werden es Längsfasern sein, welche in die Kommissur eintreten, denn ich habe guten Grund zu behaupten, dass sie theilweise der Wurzel des sog. unpaaren Fußnerven angehören.

Am Randtheile sieht man, wie schon erwähnt, Kommissuralfasern von den Ganglienzellen direkt abtreten. Wie wir ferner gesehen haben, kommen ähnlich starke horizontale Wurzeln wie dem paarigen Fußnerven und Lateralnerven dem Kommissuralursprunge nicht zu. Es existiren somit zwischen den Ursprungsweisen der Kommissuren und Nerven weiter keine wichtigen Verschiedenheiten, denn beide führen Fasern von beiderlei Ursprungsarten und beide ziemlich in derselben Vertheilung; der einzige Unterschied bestünde nur im Mangel einer ausgesprochenen horizontalen Wurzel.

Die Kommissur entspringt also aus dem einen Pedalstrange mit Fasern sowohl aus dem Nervennetze, als auch aus den Ganglienzellen und die Fasern derselben Kommissur verhalten sich in dem anderen Pedalstrange in ganz gleicher Weise, d. h. *die Kommissuralfasern verbinden sowohl das Nervennetz, als die Ganglienzellen der zwei Pedalstränge mit einander*. Dabei bleibt jene gewiss wichtige Frage, wie Kommissuralfasern der einen Ursprungsweise in dem anderen Strange enden, eine offene: freilich ist aus theoretischen Gründen zu vermuthen, dass Fasern der einen Ursprungsweise im anderen Strange auf die andere Weise sich verhalten, oder Netzursprungsfasern in einem Strange, im anderen direkte Zellursprünge sind und umgekehrt. Es wird einstweilen schwerlich gelingen eine Faser aus dem einen Strange bis in den anderen Strang durch die Kommissur hindurch zu verfolgen. Wir haben allerdings gesehen, dass die Zellursprungsfasern am Beginn der Kommissur hauptsächlich cortical gelagert sind, doch trafen sich auch Fälle, wo direkte Zellursprünge, wie jene unterhalb des Lateralkernes, diese Lagerung gleich vom Beginn nicht beibehalten können, resp. gar nicht einnehmen: dieses einerseits. Andererseits aber verlaufen die Fasern in der Kommissur nur

Anfangs parallel unter einander und obgleich dieser Verlauf im Großen und Ganzen beibehalten wird, wird man nur bei Betrachtung mit schwächeren Vergrößerungen behaupten können, dass dieser Verlauf unbestreitbar immer derselbe bleibe. Bei stärkeren Vergrößerungen wird man sich überzeugen, dass die Fasern in der Kommissur fast ausnahmslos Verschiebungen aus dem parallelen Verlaufe erleiden. Wie wenig braucht es für cortical gelegene Fasern, um sich zu verschieben, und in dem anderen Pedalstrange zwischen mehr centralwärts gelegenen Fasern zum Vorschein zu kommen! Es lässt sich also auf die aufgeworfene Frage eine wissenschaftlich befriedigende Antwort einstweilen schwerlich erbringen, doch soll dadurch deren Unlösbarkeit mit der heutigen Technik nicht behauptet werden.

Es wäre hier noch der Ort, der hinteren Querfaserung zu gedenken. Ich habe schon im ersten Theile dieser Arbeit auf vergleichende Weise den Nachweis erbracht, dass die hintere Querfaserung, welche nur bei *Fissurella* unter den Rhipidoglossen auftritt, mit der sekundär erfolgten Koncentration der Pedalstränge in direktem Kausalnexus steht und nichts Anderes ist, als die Summe vieler Pedalkommissuren. Es wurde dort ihrer auch schon ausführlicher gedacht. In der That zeigt das histologische Verhalten, dass sie sich betreffs ihres Ursprunges ganz so verhält, wie die sonstigen Pedalkommissuren: allerdings verlässt sie vermöge ihrer Dicke den Pedalstrang nicht von unten, sondern es wird von ihr die ganze innere Fläche desselben bei ihrem Abtritte eingenommen. Man sieht außerdem, dass sowohl von hinten wie von vorn starke Längsfasergruppen zu ihr herantreten. Zwischen den Faserzügen liegt vielfach Netzgewebe, wodurch die hintere Querfaserung auf dem Längsschnitte etwas von jener Kommissurenartigkeit einbüßt. Sowohl nach unten wie nach oben, vorn und hinten setzt sich die Ganglienzelllage auf den äußeren Rand der Querfaserung fort, wobei die Ganglienzellschicht sehr dünn ist. Die die Querfaserung umgebenden Ganglienzellen senden direkte Ursprünge in die Faserung; auf diese Weise entstehen sodann medianwärts Kreuzungen von Einzelfasern. In diesem ganzen histologischen Verhalten aber dokumentirt sich die Natur der Querfaserung als eines sekundären Organtheiles.

Das Wichtigste über die hintere Querfaserung habe ich hiermit mitgetheilt und im Übrigen mag auf die vordere Querfaserung der untersuchten Thiere überhaupt verwiesen werden, wo allerdings dadurch, dass viel mehr Pedalkommissuren verschmolzen sind, das histo-

logische Verhalten weit mehr vom primären Verhalten abweicht, als hierselbst.

Wir hätten noch im Pedalstrange den unpaaren Fußnerven zu besprechen. Dieser entspringt in allen Fällen an der Stelle, wo die innere Seite des Pedalstranges der unteren angrenzt, knapp unter der Kommissur und zwar vor oder etwas hinter derselben. Er tritt nur selten aus jedem Strange gesondert ab und nur an den unmittelbar vor der hinteren Querfaserung gelegenen zwei Kommissuren. In sonstigen Fällen (s. I. Th. Fig. 2) entspringt der jederseitige Nerv meistens etwas hinter der betreffenden Pedalkommissur und legt sich dieser nach vorn und unten unmittelbar an. Diese Anlagerung kommt auf die Weise zu Stande, dass die Fasern noch innerhalb des Fußstranges (Fig. 54 *x*) nach vorn ziehen und hier plötzlich, unter rechtem Winkel sich nach außen wendend, der Kommissur nach unten sich anlegen. Da beide Nerven des jeweiligen Pedalstranges in dieser Beziehung sich ähnlich verhalten, so stoßen sie in der Kommissurenmitte auf einander (Fig. 54). Die Nerven liegen dabei mit der Pedalkommissur in einer und derselben Hülle. Jene Stelle, wo die jederseitigen Nerven unter der Kommissur zusammentreffen, befand sich nicht immer in der Mitte der Kommissur. Nachdem sie auf einander stießen, wenden sie sich unter rechtem Winkel zum früheren Verlauf nach unten und legen sich hier so innig an einander, dass sie äußerlich wie ein einziger Nerv erscheinen, welcher scheinbar aus der Kommissur entspringt. Dazu kommt noch, dass sie in einer gemeinsamen Hülle liegen. Dieses äußeren Aussehens wegen nannte ich dieses Nervenpaar »unpaaren Pedalnerven«. Sie sind, wie schon aus der Beschreibung hervorgeht, in geringer Zahl vorhanden, was dadurch kompensirt wird, dass sie stets bedeutend mächtiger sind, als die entsprechenden Nerven unterer Pedalnerv) anderer Rhipidoglossen.

Zur Beschreibung der Ursprungsweise wähle ich einen Querschnitt, welcher die vor der hinteren Querfaserung gelegene Kommissur etwas schief getroffen hatte (Fig. 53). Der Schnitt ist von hinten und rechts nach vorn und links gerichtet, so zwar, dass rechts der Austritt der Kommissur nicht getroffen wurde, da er weiter nach vorn lag, nach links aber durchschnitten wurde. Rechts tritt der Nerv der rechten Seite ab ohne sich zuvor der Kommissur angelagert zu haben. Die Fasern dieses Nerven sammeln sich aus drei Richtungen: oberhalb und nach rechts vom Nervenaustritte finden sich viele querdurchschnittene Längsfasern vor (*fu*). Von diesen

von vorn nach hinten ziehenden Längsfasern tritt dann der zunächst der Nervenwurzel gelegene Theil in den Nerven; doch thut man immerhin gut die Sache so aufzufassen, dass jene hier durchziehenden, zur Kommissur tretenden Fasern von den Fasern des Nerven bündelweise nicht getrennt sind, sondern, dass die zweierlei Längsfasern in einander gemischt mit einander verlaufen. Es ist aber auf dem Querschnitte rein unmöglich zu entscheiden, ob diese Fasern von vorn nach hinten verlaufend in die Nervenwurzel treten, oder von hinten nach vorn gerichtet zu Kommissuralfasern werden. So viel steht fest, wie ich mich an Längsschnitten überzeugen konnte, dass dieser Nerv auch von hinten zahlreiche zerstreut liegende Fasern erhält, die nie zu größeren bestimmten Gruppen zusammentreten; da man jedoch den Verlauf einer isolirten Faser auf längere Strecken nicht verfolgen kann, so wird es schwer zu entscheiden, von wie weit her die Fasern kommen. Ein ausgezeichnetes horizontales Faserbündel kommt hier also nicht vor, so viel steht aber fest, dass diese Längsfasern mit Ausnahme einer geringen Anzahl corticalwärts gelegener Fasern Netzursprünge haben. Ein starkes Bündel zieht von oben nach unten und tritt an der inneren Ganglienzelllage in den Nerven ein. Oben sehen wir, dass diese horizontale Nervenwurzel sich von drei Richtungen her zusammensetzt; erstens sehen wir cortical gelegene Faserbündel (*zn'*) direkt aus Ganglienzellen sich bilden. Solche direkte Zellursprünge treten dann bis zum Austritt des Nerven immer fort von den anliegenden Zellen ab. Der zu innerst dieser Fasern gelegene Bündeltheil entspringt mehr nach oben (*fn'*) aus dem centralen Nervennetze. Ein rechterseits gelegener Theil des ganzen Bündels zieht nach oben, biegt dann, mit seinem konkaven Rande die quergetroffenen Längsfasern begrenzend, im Halbkreise nach außen und erreicht die laterale Ganglienzelllage weit unter dem Lateralkerne. Von hier entspringen die meisten dieser Fasern aus Ganglienzellen; wenige und nur die zu oberst gelegenen dürften aber mit den früher, bei Beschreibung der Kommissuralursprünge, erwähnten, unterhalb des Lateralkernes aus Zellen entspringenden Fasern sich anschließend, nach vorn zur Kommissurwurzel ziehen.

Wir sehen also auch an diesem Nerven, dass seine Fasern beide Ursprungsweisen aufweisen, sowohl die aus Zellen wie die aus dem Nervennetze. Die Fasern direkten Zellursprunges sind, dem Ursprungsorte entsprechend, corticalwärts, jene aus dem Nervennetze naturgemäß im Nerven centralwärts gelegen. Nur

jene Fasern direkten Zellursprunges, welche aus der lateralen Seite des Pedalstranges entstammen (*zu*), liegen folgerichtig auch gleich im Anfange im Nerven centralwärts. Damit behaupte ich freilich nicht, dass die Fasern beiderlei Ursprunges ihre Lage in dem Nervenstamme auch in ihrem weiteren Verlaufe beibehalten, sondern bin eher der Meinung, dass die Fasern im Nerven unter vielfacher Änderung ihrer Lage sich vermischen.

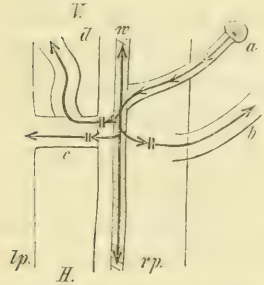
Wir hätten somit alle die aus dem Pedalstrange der *Fissurella* entspringenden Nervenarten besprochen und bevor wir noch Einiges über die Topographie im Pedalstrange mittheilen, wollen wir die Bezirke, aus welchen die verschiedenen Nerven im Pedalstrange entstehen, noch einmal kurz betrachten und so das Ganze in einem einheitlichen Bilde vergegenwärtigen. Um die verschiedenen Nervenursprungsbezirke zu kennzeichnen, habe ich ein Schema (Fig. 72) verfertigt, wo alle Nerven als aus einer Schnittfläche entspringend aufgefasst wurden. Mit nach außen konkaven Grenzlinien bezeichnete ich die Ursprungsterritorien und zwar so, dass sie dem beschriebenen Sachverhalte auch möglichst entsprechen sollen. Das mit braun bezeichnete ist der Bezirk, bis wohin die Kommissurwurzel reicht. Ohne die Grenze zwischen der oberen und unteren Hälfte des Pedalstranges zu erreichen, reicht ihr Bezirk in der unteren Hälfte weit hinauf; noch oben reicht er nicht bis knapp an den Lateralkern heran. Die Wurzel des sog. unpaaren Fußnerven, auf unserem Schema mit schwarz begrenzt, reicht sowohl nach innen und oben, wie nach außen und unten nicht so hoch, als die Kommissurwurzel. Die Wurzel des paarigen Pedalnerven, im Schema mit roth, liegt ganz lateralwärts in der unteren Hälfte des Pedalstranges; hauptsächlich ist es der Lateralkern, welcher ihr Fasern entsendet. Ihre obere Begrenzung endet etwas über der Lateralfurche, ihre innere Begrenzung reicht nicht bis zum inneren Rande des Lateralkernes. Aus der oberen kleineren Hälfte des Pedalstranges entspringen nur die Lateralnerven. Die im Schema mit blau bezeichnete Grenze der Wurzel lässt erkennen, dass die Begrenzung nach oben zu ein Kreissegment darstellt und von der Grenze zwischen dem oberen und unteren Theile des Pedalstranges nur oberhalb des Lateralkernes tangirt wird.

Somit bleibt inmitten des Pedalstranges eine Stelle übrig, welche immer von Ganglienzellen der inneren Seite, von oben von der Wurzel des Pedalnerven, lateralwärts von der des paarigen Nerven und nach unten von der der Kommissur resp. des unpaaren Fußnerven begrenzt

wird (*n*). Diese Stelle dürfte betreffs der physiologischen Verbindung der Nerven und Kommissuren eine Hauptrolle in der Funktion der Pedalstränge ausfüllen; hier würde dann hauptsächlich das Nervennetz als Verbindungsglied auftreten. Es soll darum aber durchaus nicht behauptet werden, dass eine Kommunikation nicht auch durch die Ganglienzellen vermittelt werde, oder möglicherweise auch an anderen Stellen des Nervennetzes. Bedenkt, man mit welcher Rapidität Kontraktionen des Fußes erfolgen, wenn man an der Seite des Körpers, etwa da, wo die Seitentaster liegen, kneipt oder sticht, so wird es höchst wahrscheinlich, dass jene centrale Stelle im Nervennetze der Vermittler zwischen den centripetalen und den Erregungscentren der motorischen Fasern sein könnte.

Wir könnten diesen Vorgang uns schematisch wie folgt vorstellen. Durch die Perception einer sensiblen Endigung (Holzschnitt Fig. 3 *a*) wird der Reiz durch die sensiblen Fasern in das Centrum geleitet und hier möglicherweise durch die direkte Verbindung vieler Fasern durch ihren Netzursprung mit jener centralen Stelle im Nervennetze auf diesen übertragen. Wir können freilich diesen Vorgang ungehindert uns auch so vorstellen, dass jene Fasern des Lateralnerven, welche mit Ganglienzellen zusammenhängen, die centripetalen Leiter sind und dass die Übertragung auf jenen centralen Netztheil durch die Ganglienzellschicht, und zwar durch die in das Netz sich auflösenden Fortsätze der Elemente erfolgt. Dieser centrale Netztheil (*n*) würde dann möglicherweise den Reiz auf die Centren der motorischen Fasern übertragen, die zunächst jenem Lateralnerven liegend, dessen peripheres Ende percipirte, also auf Umwegen auf den physiologischen Kern der motorischen Fasern. Was freilich unter dem physiologischen Kerne in concreto zu verstehen sei, bleibt momentan nicht bestimmbar, wohl schlechthin sind es die Ursprünge der Fasern, welche dann die centrifugale Auslösung bewirken. Es kann aber auch eine andere Leitung an die Pedalkommissur erfolgen und zwar, wie ja das anatomische Verhalten darauf hinweist, gleichfalls durch eine Vermittelung, also indirekt; die Kommissur würde dann die Leitung auf den anderseitigen Pedalstrang überführen. Eben so führt eine Vermittelung nach hinten und vorn jenen centralen Netztheil zu Centren motorischer Fasern.

Fig. 3.



rp rechter, *lp* linker Pedalstrang, *a* Lateralnerv, *b* paariger Fußnerv, *c* Kommissur, *d* unpaarer Fußnerv, *w* Zwischenstück.

Ich stellte diese hypothetische Leitungsweise lediglich hin, um zu zeigen, dass neben einer anderen auch diese bestehen könnte und that dies nur, weil aus dem oben erwähnten anatomischen Grunde für jenen centralen Nervennetztheil, welcher in gewissem Sinne die aus dem Nervennetze entsprungenen Nervenwurzeln mit einander verbindet, mir eine vermittelnde Aufgabe wahrscheinlich erschien. Freilich ist dabei auch nicht zu vergessen, dass durch die Verbindung der Ganglienzellen zu einem einheitlichen Ganzen mittels direkter Anastomosen man sich den Reflexprocess auch durch die Ganglienzellschicht vermittelt vorstellen müsste. Jedenfalls wäre es unlogisch bei diesem physiologischen Vorgange ausschließlich den Ganglienzellen die Rolle zuschreiben zu wollen, da wir ja aus der histologischen Untersuchung wissen, dass Ursprünge von Nervenfasern auch aus dem Nervennetze sich vorfinden und zwar unzweideutig in derselben Zahl wie direkt aus Ganglienzellen.

Ohne eine Theorie über die Art und Weise des physiologischen Vorganges bei Eindrücken, resp. äußeren Einwirkungen auf sensible Endigungen und Reflexionen auf dieselben, sei es direkt oder durch ein gewisses Bewusstsein, bei den hier zu behandelnden Thieren hinstellen zu wollen, will ich nur meine subjektive Auffassung über diesen Vorgang mittheilen. Eine solche musste nach Schluss meiner Untersuchung mir naturgemäß sich aufdrängen und ich theile dieselbe nur mit, damit bei einer eventuell erfolgenden experimentellen Bearbeitung des Gegenstandes auch an jene, durch die anatomische Forschung erlangte Möglichkeit gedacht werde.

Ein Theil der Fasern eines jeden Nerven entspringt bei den *Rhipidoglossen* aus den Ganglienzellen direkt, ein anderer Theil aus dem centralen Nervennetze, wie ich bewiesen zu haben glaube. Wie jedoch schon hervorgehoben wurde, habe ich absolut keine Anhaltspunkte während meiner Untersuchung dafür erhalten können, ob die direkt aus den Ganglienzellen entspringenden Nervenfasern motorischer Natur seien, wie dieses J. Gerlach[1] im Rückenmarke mit einiger Sicherheit behaupten konnte. Wir können also bis auf Weiteres mit eben so viel Recht behaupten, dass die direkt aus dem Netze entsprungenen Nervenfasern motorischer Natur seien, wie für die aus den Ganglienzellen. Diejenigen, die auf anatomische Verschiedenheiten vorliegender Art wenig Gewicht legen, werden vielleicht auch annehmen, dass sich eben so unter den Zellursprungsnerven-

[1] l. c.

fasern, wie jenen, die Netzursprunges sind, motorische Fasern vorfinden werden, dass man also aus der Ursprungsweise einer Nervenfaser auf ihre physiologische Dignität nicht schließen könne. Nur ließe sich Solchen gegenüber die Frage stellen, worauf ihre Behauptung basire? Wenn, wie es hier der Fall ist, zwischen zwei physiologisch differenten Gewebstheilen oder anatomischen Theilen überhaupt, sonst keine anatomischen Verschiedenheiten bestehen, wenn also eine solche Differenz zwar nicht in der Struktur, sondern in einem anderen Punkte zwischen Gewebstheil und Gewebstheil unbestimmter Funktion, sich vorfindet, so glaube ich in Ermangelung anderer positiver Facta diese gewisse Verschiedenheit bei der Beurtheilung nicht unberücksichtigt lassen zu dürfen.

Wie ich mit Sicherheit behaupten kann und wie dieses auch kein Unterrichteter bezweifeln dürfte, sind die Nerven der Mollusken zum größten Theile gemischter Art, d. h. sie führen sowohl sensible als auch motorische Fasern. Selbst vom Opticus zweigen Fasern ab, die motorischer Art sind. Für die Nerven der Pedalstränge, welche gemischte Nerven *κατ' ἐξοχήν* sind, lässt sich hierfür der Nachweis unschwer erbringen. Selbstverständlich gelingt dieser durch die Auffindung von beiderlei Nervenendigungen desselben Stammes, in welcher Weise ich diesen Nachweis für den Lateralnerven erbracht habe [1].

Wissen wir nun von einem Nerven, dass er peripher verschieden endigt, d. h. mit seinen Fasern einmal in als sensibel anerkannten Gebilden, hier Sinnesepithelien, ein ander Mal in einer Muskelfaser oder einer Drüsenzelle [2] und dass die Fasern dieses Nerven im centralen Nervensysteme auf zwei verschiedene Weisen entstehen, sind wir da nicht geneigt anzunehmen, dass einer sensiblen Faser die eine, einer motorischen die andere Entstehungsweise im Nervensysteme zukommt? So bin ich zu der Ansicht gelangt, dass die eine Ursprungsweise motorischen, die andere sensiblen Fasern angehört: dabei bin ich weit entfernt mit Bestimmtheit behaupten zu wollen, die motorischen Fasern entstünden direkt aus den Ganglienzellen, die sensiblen aber indirekt, d. h. aus dem Nervennetze ihrer Ausläufer. Für die Auffassung aber, dass die direkten Ursprünge aus Ganglienzellen motorisch, während die aus dem Netze sensibel wären, scheinen mir zwei Umstände zu plaidiren. Erstens die Verhältnisse

[1] I. Theil dieser Arbeit.

[2] Dass die Becherzellen innervirt werden, ist mehr als sicher.

im Rückenmarke, worauf J. Gerlach hingewiesen hat, also ein Analogieschluss und zweitens eine physiologische Wahrscheinlichkeit. Wir werden nämlich eher geneigt sein den Willen in den Komplex der Ganglienzellkörper selbst zu versetzen, als in ein Netz, das bloß von den feinen Ausläufern der Zellen gebildet wird; darum werden wir auch eher geneigt sein den direkten Ursprung als motorisch aufzufassen.

Möge dem nun sein, wie ihm wolle, mögen die direkten oder die Netzursprünge motorisch oder sensibel sein, so kann der zu erörternde Verlauf der Funktion dadurch nicht gestört werden. Man kann sich nämlich vorstellen, dass, wenn der centripetale Strom durch eine Nervenfaser in das Centralnervensystem gelangt, er durch das Nervennetz, wenn wir die demselben entspringenden Fasern für sensibel halten, zu den Ganglienzellen gelangt. Durch eine uns weiter nicht bekannte Summe mit einander anastomosirender Ganglienzellen und wenn wir die Cerebralganglien als den Sitz des Willens betrachten wollen, noch Kommissuralfasern, oder aber durch einen anderen, uns weiter nicht bekannten physiologischen Akt (momentaner Ausgleich durch *wenige* Ganglienzellen) es durch den direkten Ursprung zur Reflexbewegung wird. Wir können freilich diese Aktion auch auf umgekehrte Weise uns vorstellen und annehmen, dass die centripedale Leitung durch die Fasern direkten Ursprunges zu den Ganglienzellen gelangte. So weit mit den Nerven, wie aber steht es in Betreff der Überleitung von einem Fußstrange auf den anderen, mit anderen Worten, wie steht es mit den Pedalkommissuren? Hier muss angenommen werden, dass eine Kommissuralfaser, die auf der einen Seite aus dem Netze entsprungen ist, im anderen Fußstrange in einer Ganglienzelle endigt. Ich habe nun bei der speciellen Beschreibung auf die große Wahrscheinlichkeit auch eines solchen Verhaltens hingewiesen, ohne jedoch eine Faser aus dem einen Pedalstrange in den anderen verfolgt haben zu können. Nehmen wir nun ein derartiges Verhalten an, so wäre es möglich, dass der centripedale Strom von dem einen Pedalstrange auf die Ganglienzellen der anderen Seite durch die Kommissur übergeführt wird. Ich habe diese Auffassung nur schematisch und im Grundrisse entwickelt. Doch wird das übrige Verhalten zu konstruiren, z. B. das Leiten nach vorn, hinten etc., leicht fallen.

Wir verlassen nun die Ursprungsweise der Pedalnerven und wollen nur noch Einiges über die specielle Zusammensetzung der Zelllage im Pedalstrange mittheilen. Diese ist im Lateralkern, also

auf der Lateralseite der Pedalstränge, am dicksten und wird nach oben allmählich schmal. Wir finden hier am oberen Rande des Stranges die Zelllage auch bei *Fissurella* stellenweise nur einschichtig: in diesem Falle (Fig. 10 *p*) sind die Zellen von mittlerer Größe und stets multipolar; sie verbinden sich mit ihren oberen Fortsätzen unter einander und mit ihren unteren gehen sie in das Nervennetz auf. Ich muss aber betonen, dass dieser Fall sich nur stellenweise vorfindet und sowohl nach unten, dem Lateralkerne zu, wie nach oben, wird die Zelllage dicker. Nach unten, gegen den Lateralkern und in diesen übergehend, ist die Zellschicht nach dem allgemeinen, noch genauer zu erörternden Typus gebaut, d. h. *nach außen und innen finden sich kleinere, stets multipolare Zellen vor, während größere Zellen (p) die Mitte der Zelllage einnehmen.* Stellenweise finden sich große birnförmige Zellen vor (*y*), in mehr oder weniger corticaler Lagerung. Doch möchte ich den nun folgenden Lateralkern erst zum Schlusse besprechen.

Nach oben zu wird die Zellschicht gleichfalls dicker, doch sind die sich hier vorfindenden Elemente meistens nur von mittlerer Größe. Nach oben und innen setzt sich die Zellschicht in gleicher Mächtigkeit fort oder wird von den abtretenden Lateralnerven unterbrochen. Im letzteren Falle gruppiren sich die Ganglienzellen mehr oder weniger mächtiger um die Nervenwurzel, da sie theilweise in den Nervenstamm eintreten und so diesen bilden helfen. Weiter nach unten behält die Zellschicht an der inneren Seite des Pedalstranges eine gewisse Konstanz ihrer Dicke bei, die nur theilweise (Fig. 40) unterbrochen ist. Nach unten zu nimmt sie allmählich an Mächtigkeit zu, um an der unteren Seite als eine mächtige Schicht zu erscheinen, besonders an Stellen der Kommissurenursprünge (Fig. 18, 33). An diesen Stellen sehen wir auch an der inneren Seite der Stränge die Zelllage mächtiger werden. Nach oben und außen von dem Lateralkerne nimmt die Zelllage an Dicke wieder zu und geht allmählich in den Lateralkern über.

Damit haben wir im Allgemeinen ein Bild von der jeweiligen Dicke der Zelllage im Pedalstrange entworfen und bevor wir weiter gehen, möge noch darauf hingewiesen werden, dass die Zelllage im oberen Theile des Pedalstranges schmäler ist als im unteren. Freilich kann die Zelllage stellenweise auch im oberen Theile stärker erscheinen, doch im Allgemeinen thut sie dieses nicht. Erklärt wird die bedeutendere Dicke im unteren Theile, wie selbstverständlich, dadurch, dass der untere Theil zweier Nerven nur der Pedal-

kommissur, der obere aber nur dem Lateralnerven den Ursprung giebt. Aus diesem Grunde muss sich im unteren voluminöseren Theile eine größere Ganglienzellenzahl bei nur etwas großer Oberfläche des Pedalstrangtheiles vorfinden und stellenweise kam es sogar zu bedeutender Anhäufung, wie im Lateralkerne.

Bevor ich auf letztere eingehe, möge einer Erscheinung gedacht werden, welche sich auf dem Totalpräparate eines in Glycerin aufgehellten frischen Pedalstranges kund giebt. Wenn wir ein solches Objekt auf einen Objektträger bringen und demselben ein Deckgläschen auflegen, so kommt dadurch (I. Th. Fig. 2) der Pedalstrang nach der ganzen Länge des Lateralkernes auf seine äußere Seite zu liegen und erscheint so bei Unkenntnis seines Querschnittes und seiner topographischen Lagerung in situ, bandförmig platt. Vermöge der Pigmentirung der Ganglienzellen ist er ungleichförmig orange gefärbt und diese Ungleichförmigkeit der Färbung äußert sich in Längsfeldern. Zu äußerst liegt die obere Seite und erscheint ganz hell; die helle Färbung wird erstens durch die dünne Ganglienzellschicht dann aber wohl auch durch den Umstand bedingt, dass der obere Theil der Längswurzeln des Lateralnerven oberflächlich liegt. Zu innerst von diesen hellen Streifen erscheint ein dunklerer, der sich auf den Cerebropedaltheil allmählich fortsetzt. Da die innere Seite des Pedalstranges nur dünnere Zelllagen führt, ist diese dunkle Nuance nur dadurch erklärlich, dass der Lateralkern seiner ganzen Länge nach durchscheint, und so die Färbung hier dunkler erscheinen lässt. Die übrigen Nuancen am Pedalstrange sowohl, als auch am Cerobropedaltheile lassen sich durch die dort dickeren Zellschichten erklären.

Wir kehren nun abermals auf den Lateralkern zurück und erörtern dessen Struktur. Zunächst ist der Lateralkern von kleineren multipolaren Ganglienzellen gebildet, die mit ihren nach außen zu gelegenen Fortsätzen unter einander, und mit ihren inneren mit großen Zellen anastomosiren (Fig. 55). Diese größeren Zellen sind entweder multipolar oder birnförmig bis dreieckig: unter ihnen liegen abermals kleinere multipolare Zellen, die mit ihren oberen Fortsätzen theils unter einander, theils mit den größeren Zellen verbunden sind und mit ihren inneren Fortsätzen ausnahmslos das centrale Nervennetz bilden helfen. Bei Besichtigung mehrerer Präparate findet man auch Stellen (und dieses hauptsächlich dort, wo die schon erwähnten Inseln von Netzwerk im Lateralkern sich vorfinden, die als Wurzelursprünge der paarigen Pedalnerven erkannt wurden), wo größere

birnförmige Zellen mehr oder weniger lateralwärts in der Zellschicht (Fig. 40) gelegen sind. Zumeist ist aber die früher mitgetheilte Zusammensetzung anzutreffen. Über die unteren unmittelbar dem Nervenaustritte anliegenden Zelllagen wurde schon berichtet und hier möge nur noch Einiges über den oberen Theil des Lateralkernes angefügt werden.

Die Angabe, dass die größten Zellen stets mittelständig in der Zellschicht liegen, darf nicht allzu schematisch aufgefasst werden, denn wenn gleich die Verhältnisse sich im Allgemeinen so gestalten und man dieses ziemlich für die Regel ansehen kann, so giebt es doch Fälle, wo auch größere Zellen nach innen unmittelbar an das Nervennetz grenzen und dieses bilden helfen (Fig. 59). Immerhin wird auch in diesem Fall das oben Mitgetheilte mehr oder weniger zu erkennen sein. Ich habe in Fig. 59 die Verhältnisse, wie sie sich auf einem äußerst dünnen Horizontalschnitt des inneren Theiles des Lateralkernes vorfanden, auf folgende Weise gezeichnet. Zuerst wurden die Ganglienzellen mit ihren Anastomosen und dicken Netzfortsätzen mit der Camera lucida bei einer Vergrößerung von System 6 Oc. 2 (Reichert) in den Umrissen gezeichnet und dann dieses riesige Bild so verkleinert, wie es mir bei System 8 Oc. 3 ohne Camera erschien. Die feineren Details wurden dann bei dieser Vergrößerung mit aller Treue eingetragen. So ist dieses Bild bezüglich der Form der Zellen noch naturgetreuer als die vorigen. Wir sehen hier zu äußerst gelegen (*m*) kleinere Zellen mit einander Anastomosen eingehen, ja es kommt dadurch, dass ihre Fortsätze sich theilen und so sich mit anderen verbinden, zu einem *gröberen* Netzwerke. An zwei Stellen sehen wir Kernfortsätze auftreten. Nach innen und rechts sieht man größere multipolare Zellen, man bemerkt aber auch sehr deutlich, dass zwischen diesen größeren Zellen oft sehr kleine sich einschieben, die dann mit ihnen anastomosiren. Die centralen Fortsätze der größeren Zellen gehen in das centrale Netzwerk auf, und ihnen sind nach hinten kleinere (*k'*) Zellen eingelagert. Nach innen zu bilden die Fortsätze der Zellen gröbere Netze, welche somit zwischen der Zellschicht gelegen sind (*w*, *w'*, *w''*) und viele Querschnitte von Fasern aufweisen. Wie ich schon beschrieben habe, sind solche Netzinseln im Lateralkerne Ursprünge des paarigen Fußnerven. Zu innerst findet man neben einer sehr großen Zelle einen Haufen multipolarer Ganglienzellen (*k*), welche, selbst noch kleiner als die meisten Centralzellen, theils mit einander anastomosiren, theils mit ihren äußeren Fortsätzen das Nervennetz bilden helfen. Das centralwärts gelegene

Nervennetz wurde, wie selbstverständlich, nicht mit der Camera gezeichnet, doch die stellenweise Form der Maschen nach Möglichkeit wiedergegeben. Die Maschenräume der inneren Netzlage (*I*) sind meistens in die Länge gezogen, d. h. mit der Längsachse des Pedalstranges parallel gerichtet. Faserquerschnitte wurden der Deutlichkeit halber nicht gezeichnet. Bemerkt sei ferner, dass die Maschenräume des Netzes nur bei der angegebenen Vergrößerung dem wirklichen Größenverhältnisse zu den Zellen und deren Ausläufern entsprechen, dass sie aber in den vorher betrachteten, bei schwächerer Vergrößerung entworfenen Abbildungen aus leicht ersichtlichen Gründen, etwas weiter gezeichnet wurden, als dieses die Proportion erheischte. Früher sagte ich, dass vom Neurilemm her oft sehr starke Fortsätze in den Lateralkern einragen und hier braucht das weiter nicht erörtert zu werden.

Aus der gegebenen Beschreibung wird sich der Leser von der Zusammensetzung des Lateralkernes einen einigermaßen richtigen Begriff machen können. Der nächstfolgenden Beschreibung etwas vorgreifend, sei die Ausdehnung des Lateralkernes nach vorn in Kürze erörtert. Der Lateralkern reicht so weit nach vorn, als die paarigen Pedalnerven, woraus wir neben anderen Umständen auf ihre Zusammengehörigkeit schließen. Da nun der erste, stärkste und phylogenetisch offenbar durch Zusammenziehung mehrerer solcher Nerven entstandene, paarige Pedalnerv aus dem vorderen, unteren Ende des Pleurocerebraltheiles abtritt, so endigt auch der Lateralkern hierselbst (Fig. 33 *ua*, *lk* sehr weit nach unten gerückt. Über die Beziehungen, die er sonst noch hier eingeht, werden wir später reden und es sei bloß erwähnt, dass er im Pleurocerebraltheil, dem ersten, auch dem zweiten und selbst noch dem dritten Pedalnerven entsprechend, sehr mächtig entfaltet erscheint (Fig. 25, 26, 27 *lk*). Nach hinten, dem Ende der Pedalstränge zu, findet sich der Lateralkern, immer mit der Abnahme der Querschnittsgröße des Pedalstranges wie der paarigen Pedalnerven in gerader Proportion abnehmend bis zum Ende, wo er schon sehr undeutlich geworden ist.

An die Beschreibung der Struktur des Lateralkernes möge die der übrigen Zelllage des Pedalstranges angeschlossen werden. An der oberen Seite des Pedalstranges ist, wie wir wissen, die Zelllage schmal, doch selbst im Falle ihrer stellenweisen Einschichtigkeit, bewahrt sie ihren histologischen Charakter, d. h. sie wird aus multipolaren Ganglienzellen, die vielfach anastomosiren und mit ihren centralwärts gerichteten Fortsätzen in das Netzwerk aufgehen, dar-

gestellt. Nach vorn zu, wo der Pedalstrang in den Pleurocerebraltheil übergeht, wird die Zelllage der oberen Seite zwar mehrschichtig und weist lateralwärts sogar eine besondere Mächtigkeit auf Fig. 33 *P*, doch bevor sie dies erreicht, ist sie abermals einschichtig und unterscheidet sich dadurch von dem bisherigen Baue. Man findet hier zumeist größere Elemente (Fig. 13), welche epithelartig dicht an einander gelagert sind und zumeist in Bindegewebssäcke eingeschlossen erscheinen. Die Zellen sind zumeist länglich mit centralwärts gerichteten Fortsätzen; diese gehen ausnahmslos, ohne zuvor eine besondere Länge zu erreichen, in das centrale Netz über. Andere Fortsätze, welche die Zellen unter einander verbinden, könnten, sind hier schon der dichten Aneinanderlagerung wegen unmöglich wahrzunehmen. Nur zu innerst finden sich kleinere Zellen vor. Allmählich geht aber diese Zellschicht in eine dickere über, welche den beschriebenen Charakter aufgebend den allgemein gültigen annimmt.

Über das sonstige Verhalten der Zelllage in den Pedalsträngen ist theils bei der Beschreibung der Nervenursprünge, theils in der allgemeinen Skizzirung gedacht worden und nur dem Letzteren zur Ergänzung möge Einiges angeführt werden. Auch an dickeren Zellschichten, hauptsächlich aber an den dünneren, wie sie größtentheils die innere Seite aufweist, findet man öfter, dass am inneren Rande der Zellschicht einzelne Ganglienzellen sich inniger an einander legen und ihre in diesem Falle stets langen, centralwärts gekehrten Fortsätze mehr oder weniger zu Bündeln vereinigt nach innen senden. Manchmal sind solche Bündel Übergänge in die peripheren Nerven, d. h. die Bündel bestehen aus Nervenursprungsfasern (*nf*), meistens sind wenige Zellen auf diese Weise an einander gelagert und ihre Fortsätze divergiren unter einander alsbald. In letzterem Falle gehen die Fortsätze immer in das centrale Nervennetz über (*n*, *n'*). Bei schwachen Vergrößerungen erscheint dann auf dem Querschnitte die Innenseite der Zellschicht wie ausgezackt.

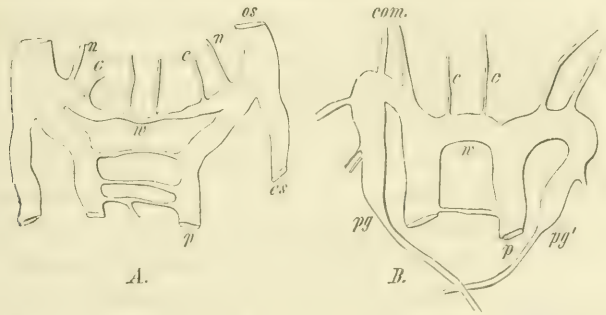
Wir hätten somit die Pedalstränge der *Fissurella costaria* erörtert und gehen nun auf den Pleurocerebraltheil über, dessen Verhalten, wie aus einander gesetzt wurde, vermöge seiner sekundären Natur erst recht aus den Pedalsträngen verstanden werden kann.

Die äußere Form des Pleurocerebraltheiles ist aus dem ersten Theil der Arbeit bekannt, auf welchen wir hiermit hinweisen; diese Kenntnis hier voraussetzend, wollen wir an jene äußeren Verhältnisse anschließen und mit der inneren Topographie beginnen. Auf

phyletische, also unzweideutige Weise glaube ich beweisen zu können, dass der Pleurocerebraltheil der Pedalstränge, also jener vordere unpaare Abschnitt derselben, welcher die Pleuralkommissuren und die jederseits zu dem Cerebralganglion tretenden zwei Kommissuren entstehen lässt, eine sekundäre Bildung vorstellt. Gewissermaßen ein koncentrirter Abschnitt des vorderen Endtheiles der Pedalstränge, fehlt er bei den *Chitonen* durchaus. Bei den *Patellen* tritt er bereits in einer primäreren Form auf. Ich glaube darum nicht unrecht zu handeln, wenn ich die phyletische Entwicklung des Pleurocerebraltheiles etwas ausführlicher vor Beginn der Besprechung der inneren Verhältnisse bei *Fissurella* erörtere und dies mit beigegebenem Holzschnitte ergänze (Fig. 4). Gerechtfertigt wird dieses Verfahren dadurch, dass Manches in der Histologie desselben erst durch Verständnis seines phyletischen Wesens klar werden kann, was durch die reine histologische Beschreibung höchstens vermuthungsweise hätte ausgesprochen werden können.

Bei *Chiton* (s. Holzschnitt Fig. 4 *A*) wird der Schlundring unten geschlossen, d. i. gebildet durch eine dünne Verbindung (*w*, welche

Fig. 4.



p Pedalstrang, *cs* Lateralstrang, *pg* linkes, *pg'* rechtes Pleuralganglion, *com* Kommissuren zum Cerebralganglion, *n* Kommissur zum vorderen Eingeweideganglion, *c* Subradularnerv, *os* oberer Theil des Schlundringes.

sich jederseits, unmittelbar nachdem der Pedalstrang aus dem oberen Theil des Schlundringes abgetreten war, von ihm abspaltet und sich medianwärts mit dem der anderen Seite vereinigt. Aus diesem unteren Theil des Schlundringes treten medianwärts ein paar Nerven ab, deren Homologa bei den höheren Formen der Gastropoden zur Zeit noch nicht gekannt sind. Dieser untere Theil des Schlundringes ist keine einfache Kommissur, sondern besteht aus dem centralen Nervennetze und cortical gelegenen Ganglienzellen; er unterscheidet sich also von den Pedalkommissuren sehr scharf und kann phylogenetisch durchaus nicht mit solchen in Beziehung gebracht werden.

Bei *Patella* coerulea L. sind bereits Verhältnisse aufgetreten, die zwar nicht mehr unmittelbar den *Chitonen* angeschlossen werden können, aus jenen Verhältnissen sich aber herleiten lassen. Man findet statt der unteren Schlundverbindung der *Chitonen* eine bedeutend dickere vor (*B*, *w*), aus welcher zwei Nerven abtreten, die der Kommissur zu den Ganglien des Subradularorganes der *Chitonen* homolog sind. Auch sonst sind Sonderungen sekundärer Art am Pleurocerebraltheile eingetreten, die uns hier nur in so fern interessiren können, als sie auf eine sekundäre Kontraktion des ganzen Nervensystemes hinweisen. Die Hauptsache aber ist für uns, dass die Verbindung zwischen den jederseitigen Pleurocerebraltheilen dem unteren Theile des Schlundringes von *Chiton* nicht ganz homolog ist, sondern dass jener auch noch einige Pleuralkommissuren in sich schließt (ich glaube die Zahl derselben auf 2—3 setzen zu dürfen). Darauf weist neben anderen Umständen die Textur direkt hin. Man findet hier wieder die centralwärts gelegenen Ganglienzellen vor, und das Innere dieses Theiles des Nervensystemes wird von dem centralen Nervennetze eingenommen, allerdings nicht ausschließlich, da man, größtentheils im hinteren Abschnitte, Kommissurenfasern antrifft. Aus der Textur auf die Zahl der einbezogenen Kommissuren schließen zu wollen, ist absolut unmöglich und nur die Entfernung der nun ersten äußeren Kommissur von der eben beschriebenen Verbindung ist es, welche die Zahl vermuthen lässt. An die *Patellen* schließen sich die *Haliotiden* und *Trochiden* auch in dieser Beziehung fester nach unten zu an, als die *Chitonen* nach oben. *Fissurella* steht dann in der Reihe der *Rhipidoglossen*, wie dieses im ersten Theile vielfach erörtert wurde, auch hier in Betreff des Centralnervensystemes unter den genannten Vertretern mehr vereinzelt da, und repräsentirt in dieser Beziehung eine Abzweigung.

Wir wollen nun nach dem Hinweis darauf, dass im Laufe der phyletischen Entwicklung viele Kommissuren in den Pleurocerebraltheil einbezogen wurden, auf dessen innere Topographie und so weit es für diese erforderlich ist, auf die Textur eingehen.

Einen wichtigen Theil des Pleurocerebraltheiles bildet somit die vordere Querfaserung selbst und so erscheint es nicht ungerechtfertigt diese Querfaserung als das hauptsächliche Verbindungsstück zwischen den beiderseitigen Hälften des Pleurocerebraltheiles zuerst zu betrachten. Führen wir einen Querschnitt hinter den sog. Pleuralganglien durch den Pleurocerebraltheil (Fig. 19 *V*) der Pedalstränge, und somit durch das hintere Ende desselben, so erkennen wir, dass

die beiderseitigen Theile unter einander medianwärts fest verwachsen sind Fig. 25 . Oben wird diese Verbindung durch den hinteren Theil der Querfaserung bewerkstelligt. Zuerst sehen wir unmittelbar unter der, noch immer besonders medianwärts dünnschichtigen Ganglienzelllage ein starkes Bündel (*eqf*) aus der einen Hälfte des Pleurocerebraltheiles in die anderseitige ziehen; dieses obere Bündel ist ganz kompakt, da es lediglich aus queren Fasern besteht. Nach unten zu (*e*) wird die Querfaserung stets lockerer, wodurch sie von dem oberen Theile etwas absticht; ihre Lockerung wird dadurch hervorgerufen, dass zwischen die Querfasern auch anders verlaufende zum Theil auch ins Nervennetz sich einschieben. Dieses untere Bündel der Querfaserung ist sehr kurz und löst sich alsbald in den medianen Theil des jederseitigen Pleurocerebraltheiles, in dessen Netzwerk auf. Somit finden seine Fasern ihre Entstehung im Netzwerk. Das obere, kompakte Bündel (*eqf*) zieht, stets in der Zelllage gelegen, von der oberen, äußeren Kante des einen Pleurocerebraltheiles zu der des anderen. Dem centralen Nervennetze zugekehrt nimmt er fortwährend einzelne Bündel (*b*) von Fasern aus dem Nervennetze auf und somit ist seine untere Fläche hauptsächlich aus Fasern gebildet, welche Netzursprünge haben. An den zwei Enden des Bündels aber, wo dieses direkt an die Zellschicht des oberen äußeren Winkels des Plerocerebraltheiles anstößt (*p*), kann man bei geeigneter Vergrößerung erkennen, dass die Fasern ihren Ursprung direkt aus den Ganglienzellen nehmen: ferner wird klar, dass aus den die Querfaserung in ihrem ganzen Verlaufe deckenden Ganglienzellen fortwährend Fasern in dieselbe eintreten. Auf diese Weise kommt es in der Mitte der Querfaserung zu Kreuzungen der innersten Fasern mit Zellursprüngen und diese Fasern liegen somit hauptsächlich zu oberst im Bündel.

Führen wir einen Querschnitt weiter nach vorn so durch den Pleurocerebraltheil, dass er auch die Pleuralganglien trifft (Fig. 19 *IV*), so erkennen wir Folgendes. Die beiderseitigen Hälften werden nur durch die Querfaserung (Fig. 26 *eqf* zusammengehalten; wir werden uns aber sofort überzeugen, dass die nun breite Querfaserung hier nicht mehr ein solches einheitliches Bündel vorstellt wie nach hinten in ihrer oberen Hälfte, sondern dass sie vielmehr locker erscheint, wie dort in ihrer unteren Hälfte. Man kann sich dieses Verhältnis so vorstellen, dass die Querfasern nicht knapp an einander liegen, sondern von einander sowohl durch Netzsubstanz als auch durch vertikal gelegene und von vorn nach hinten

oder umgekehrt ziehende Nervenfasern getrennt werden. In der oberen Hälfte des Pleurocerebraltheiles sind die Fasern der Querfaserung am längsten und werden nach unten zu allmählich kürzer; sie lösen sich in der Gegend, in welcher unser Querschnitt liegt, zum größten Theile in das centrale Nervennetz der beiderseitigen Theile im Grunde der Pleuralganglien auf.

Vor den Pleuralganglien (Fig. 19 *III*) erkennen wir abermals, dass die Querfaserung an Kompaktheit zugenommen hat (Fig. 27): hier beginnt nämlich der obere Theil des jederseitigen Pleurocerebraltheiles von dem unteren sich einigermaßen histologisch abzugrenzen an. Der obere Theil wird dann weiter nach vorn zur Anschwellung der Commissura cerebropleuralis, während die untere den Beginn der Anschwellung der Commissura cerebropedalis vorstellt. Diese beginnende Abgrenzung wird dadurch angedeutet, dass der Lateralkern (*lk*, rechts) nach oben und unten einen dünnen Fortsatz, der aus Ganglienzellen besteht, entsendet. In ganz gleicher Weise setzt sich die Zellschicht (*ik*) von der unteren, inneren Seite her nach innen und oben fort. Querschnitte, die diesem eben besprochenen Präparate vorhergehen, zeigen, dass diese zwei Zelllagen sich centralwärts berühren, um mit einander zu verschmelzen, wodurch der Centraltheil in die obere und untere Hälfte geschieden wird. Auf dem vorliegenden Präparate (Fig. 27) sehen wir die Querfaserung (*vqf*) nur in die obere Hälfte des jederseitigen Pleurocerebraltheiles ausstrahlen, hier aber bis in das obere Ende desselben reichen. Der Pleurocerebraltheil beginnt in dieser Gegend durch Tieferwerden der oberen und unteren Medianfurche sich abermals in zwei Theile zu trennen. Die zwei Hälften werden dann hier und auch etwas weiter nach vorn nur von der vorderen Querfaserung zusammengehalten, welcher aber sowohl nach oben, als nach unten die Ganglienzellschicht aufliegt.

An dem hinteren Ende des Pleurocerebraltheiles finden wir auf dem Querschnitte, unter der beschriebenen Querfaserung, mit den anderen Zelllagen aber nicht zusammenhängend und somit isolirt, eine Gruppe von Ganglienzellen (Fig. 25 *mz*). Wenn wir die Serie nach hinten zu verfolgen, so wird es klar, dass diese Zellgruppe ein medianer unpaarer Fortsatz der hinteren Zelllage ist (Fig. 33, 34 *v*). In Fig. 25 ist nur die Spitze dieses konischen Fortsatzes getroffen. Aus diesen Zellen zieht medianwärts ein ziemlich starkes Faserbündel nach unten und biegt dann plötzlich nach vorn um; es wurde im Querschnitte durchschnitten. Unter diesem vertikalen

Faserbündel sind Querfasern vorhanden, welche aus der einen Hälfte des Pleurocerebraltheiles in die andere ziehen und offenbar der vorderen Querfaserung angehören. Es schien mir manchmal, als ob einzelne Fasern aus dem vertikalen Bündel sich medianwärts kreuzen und in diesen Theil der Querfaserung einträten. Der größte Theil dieser vertikalen Fasern zieht aber nach vorn und ist an Querschnitten zwischen der vorderen Querfaserung, weit nach vorn verfolgbar Fig. 26 *m'z*. Wir werden auf diese von hinten nach vorn ziehenden Fasern noch zu sprechen kommen und wollen jetzt noch Einiges über die Querfaserung selbst mittheilen.

Die vordere Querfaserung verbindet nach dem Mitgetheilten die zwei Hälften des Pleurocerebraltheiles mit einander und zwar hauptsächlich deren obere Abschnitte; dabei zeigt die vordere Querfaserung nicht jene kompakte Einheit, wie etwa eine Pedalkommissur, sondern erscheint besonders an Längsschnitten Fig. 32 *vqf* aus vielen Bündeln gebildet, die nicht von einander getrennt, sondern durch zerstreut liegende Querfasern verbunden sind. An der Stelle, wo sich die Pleuralganglien vorfinden (Fig. 26), setzen sich jedoch die Fasern der vorderen Querfaserung nicht als direkte Fasern in diese anatomisch noch nicht vom Pleuraltheil differenzirten Gebilde fort, treten somit auch nicht in die Pleuralkommissuren ein, sondern enden im centralen Nervennetze unter den mit dem Pleurocerebraltheil histologisch untrennbar zusammenhängenden Ganglien.

Somit hätten wir für die vordere Querfaserung bewiesen, dass ihre Fasern sich betreffs ihrer Ursprungs- resp. ihrer Endigungsweise ganz so verhalten, wie jene der Pedalkommissuren und der hinteren Querfaserung.

Wir wollen nun abermals auf jenen medianen unpaaren Fortsatz der Ganglienschicht der hinteren Seite des Pleurocerebraltheiles zurückkommen, welcher bereits kurz erwähnt wurde, um an diese Erörterung die Besprechung der Centren der Commissura cerebropleuralis und Comm. cerebropedalis anzuknüpfen. Ich habe erwähnt, dass aus jener Verlängerung der Zellschicht Fasern abtreten, deren Ursprung nur in den Elementen dieses Fortsatzes zu suchen ist. Aus der innersten Spitze desselben sahen wir auf dem Querschnitte ein stärkeres Bündel abtreten, welches sich nach vorn wendete. Führt man durch den Pleurocerebraltheil Längsschnitte, so wird es klar, dass dieser Fortsatz der hinteren Zellschicht sich auch nach außen fortsetzt; ferner, dass in der Gegend, wo lateralwärts die obere Hälfte des Pleurocerebraltheiles sich zum Pleuralganglion zu

verdicken (Fig. 19 *VII*) beginnt, aus dem erwähnten Fortsatze (Fig. 34 *v*) Längsfasern unter der lateralen Ausstrahlung der vorderen Querfaserung nach vorn und oben ziehen. Dieses oft dicke Längsfaserbündel lässt sich auch auf Querschnitten auffinden (Fig. 27 *n*). Den Verlauf der Längsfasern weiter verfolgend, erkannte ich, dass diejenigen der nach unten gelegenen Fasern dieses Bündels, die ihren Ursprung am weitesten nach hinten aus dem Fortsatze der Ganglienzellschicht nehmen, nach vorn zu von dem gemeinschaftlichen Bündel sich etwas abheben und nach vorn verlaufen (*n''*). Der obere Theil des Bündels zieht vor der Ausstrahlung der Querfaserung senkrecht an die Zellschicht der oberen Seite des Pleurocerebraltheiles (*n'*). Die mittlere Partie (*n''*) des Bündels begiebt sich, gleichfalls wie die untere, nach vorn, ohne jedoch an die Zellschicht zu treten. Diese zwei unteren Bündel werden an dieser Stelle nur von etwas Netzsubstanz mit eingestreuten einzelnen kleineren Ganglienzellen von einander geschieden. Ein Schnitt weiter lateralwärts von dem vorigen lässt Folgendes erkennen. Nicht nur aus dem Fortsatze der Zellschicht (Fig. 33 *v*), sondern selbst aus der Fortsetzung der oberen Wand des Pleurocerebraltheiles, also bereits aus der oberen Seite der Pedalstränge, treten von den Ganglienzellen Fasern ab (*kf*), die sich jenen aus dem Fortsatze getretenen nach unten anlegen; auch aus dem centralen Nervennetze der oberen Hälfte des Pedalstranges entspringen Längsfasern (*nf*), welche sich den früheren anschließen und nach vorn ziehen. Auf diese Weise entsteht ein lockeres Längsfaserbündel (*n*), welches, ähnlich wie auf dem vorigen Schnitte, unter der Ausstrahlung der vorderen Querfaserung (*vqf*) nach vorn und oben zieht. Hier oben heben sich abermals die unteren Fasern von den oberen ab und treten direkt in die Commissura cerebropleuralis ein (*n'''*). Die oberen Fasern des Bündels verhalten sich ganz so, wie auf dem vorigen Schnitte.

Somit erhält jede der beiden Cerebropedalkommissuren lateralwärts eine Wurzel aus dem hinteren Theile des Pleurocerebraltheiles und theilweise aus dem Pedalstrange; wie man sich jedoch auch auf Querschnitten überzeugen wird, liegt dieses Bündel sehr weit lateralwärts (Fig. 25, 26, 27 *nn*); nur medianwärts sieht man jenes Bündel aus der Spitze des Fortsatzes abtreten und somit vor den zwei anderen Bündeln getrennt medianwärts verlaufen (*m'z*).

Mit absoluter Sicherheit konnte ich nicht entscheiden, ob dieses unpaare Bündel sich später spalte und jederseits den paarigen Bündeln anschließt, oder ob es, unpaar verlaufend, möglicherweise

mit der Zellschicht des vorderen Endes des Pleurocerebraltheiles sich verbinde. Vielleicht treten auch einzelne seiner Fasern, wie schon erwähnt wurde, mit der vorderen Querfaserung in Beziehung.

Wir haben gesehen, dass die oberen Fasern dieser Wurzel der Pleurocerebralkommissur nach oben, an der oberen Seite des Pleurocerebraltheiles, an die Ganglienzellen treten. Verfolgen wir diese Stelle histologisch genauer, indem wir für die dünnen Längsschnitte stärkere Vergrößerungen verwenden, so werden wir uns von einem sehr interessanten Verhalten dieser Wurzel der Kommissur überzeugen. Man erkennt nämlich, dass die Fasern (*u'*), welche bei schwacher Vergrößerung direkt bis an die Zellschicht zu treten schienen, diese in Wirklichkeit nur theilweise erreichen. Allerdings enden viele unter ihnen unzweideutig in Ganglienzellen (*y*), doch giebt es eben so viele andere, welche, bevor sie die Zellschicht erreichen, sich in das Nervennetz auflösen (*t*). Das Verhalten dieser letzteren Fasern war auf dem von mir abgebildeten Präparate sehr überzeugend; dabei ist aber zu bemerken, dass nicht alle Fasern, die sich in das Nervennetz auflösen, dieses auf gleichem Niveau thun, sondern es giebt unter ihnen auch solche, welche sich bereits tiefer nach unten, doch unweit den anderen gleich endenden Fasern auflösen. Interessanter als die in das Netz sich auflösenden Fasern schienen mir jene zu sein, die in Ganglienzellen übergingen. Diese Fasern können in Zellen jeder Form und Lagerung übergehen. Man sieht nach hinten eine Faser sich direkt in eine randständige Zelle (*f*) fortsetzen, welche letztere auf dem Längsschnitte keine Verbindung mit anderen Zellen aufweist, womit natürlich eine solche in einer anderen Richtung durchaus nicht geleugnet werden soll. Eine kleine Gruppe von Fasern (*w*) konnte in ihrem Verlauf nicht weiter verfolgt werden. Nach vorn zu, als die letzte aus diesem Bündelchen (*y*), ging eine Faser in eine größere, centralwärts gelegene Zelle über, welche nach oben mit einer anderen Zelle, und diese wieder mit einer anderen peripher gelegenen sich verband. Neben dieser Faser verlief eine andere bis zur Mitte der Zellschicht, um hier in einer anscheinend tripolaren, mittelgroßen Zelle *r* zu enden. Diese Zelle verband sich nach oben zu mit einer gerade unter der Nervenhülle gelegenen, kleineren Zelle, welche mit einem ihrer Fortsätze mit einer anderen hier gelegenen, kleinen Zelle sich verband, mit dem anderen Fortsatz aber in eine centralwärts gelegene, kleine Zelle überging. Diese kleine Zelle nun, welche auf diesem Längsschnitte tripolar war, setzt sich mit ihrem unteren Fort-

satze in ein, horizontal unter der Zellschicht nach vorn verlaufendes Faserbündel fort, welches sich den anderen schon erwähnten Bündeln anschloss und in die Commissura cerebropleuralis überging (Fig. 33, 36 *m*). Die andere, zur Zellschicht aufsteigende Faser trat in eine kleine, multipolare Zelle ein, die durch Vermittelung einer anderen mit einer Zelle verbunden war, welche abermals ihren Fortsatz in jenes horizontal nach vorn verlaufende Faserbündel eintreten ließ (*m*).

Wenn wir diese histologische Zusammensetzung der Ganglienzelllage betrachten, so sehen wir, dass die an dieser Stelle, oberhalb der Ausstrahlung der vorderen Querfaserung noch dicke Zelllage (Fig. 33, 36) nach vorn zu fast plötzlich in eine kaum zweischichtige (Fig. 36 *pp*) übergeht. Dort, wo die Zellschicht noch dick war, finden wir den allgemeinen Typus der Zusammensetzung und die Zellen verbanden sich vielfach unter einander; nach vorn zu aber, von der Stelle an, wo jenes horizontal nach vorn verlaufende Faserbündel zuerst auftrat, finden wir die Zellschicht dünner werden und können uns überzeugen, dass fast von allen hier gelegenen Zellen ein starker Fortsatz in jenes Bündel übertritt, welches somit hier seinen Ursprung hat. Dieses horizontal verlaufende Bündel vereinigt sich dann mit der anderen schon erwähnten Wurzel der Commissura pleurocerebralis zu einem gemeinsamen lockeren Faserbündel (Fig. 33 *h*).

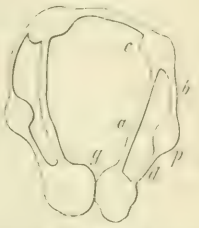
Führt man Schnitte weiter lateralwärts von jenem in Fig. 36, so überzeugt man sich von einer Änderung des ganzen Aussehens der Zellschicht. Man findet hier die Zellschicht aus großen zumeist nur birnförmigen Zellen gebildet. Stellenweise wird man auch sehr lange Fortsätze von einzelnen Zellen abtreten sehen (*p*), welche nach hinten biegen. Ich bin geneigt anzunehmen, dass diese Fortsätze noch Fasern vorstellen, welche aus dem Bündel der Wurzel der Commissura pleurocerebralis kommen und sich hierher begeben. Diese Zelllage gehört bereits dem Pleuralganglion an, dessen Zusammensetzung sie auch aufweist.

Somit enden jene direkt zur Zelllage tretenden Fasern zwar in Ganglienzellen, diese Zellen stehen aber durch Vermittelung anderer Zellen mit solchen in Konnex, die einen Fortsatz direkt zu einer Faser der Commissura pleurocerebralis abgeben. Wir können dann Angesichts dieser wohl konstatirten Thatsache das Verhalten der oberen Fasern gegenüber den unteren dieser Wurzel der genannten Kommissur so auffassen, dass, während letztere Fasern direkt in

die Kommissur übergehen, die ersteren dieses erst durch Einschiebung von Ganglienzellen in ihrem Verlaufe vermittelt erhalten.

Dieses Verhalten ist vom anatomischen Standpunkte aus betrachtet von hohem Interesse. Bekanntlich hat sich bei den höheren Prosobranchiern etc. die Sonderung des Pleuralganglions vom Pedalganglion vollzogen und der Zusammenhang zwischen beiden wird nur durch eine reine Kommissur, durch die Commissura pleuropedalis vermittelt (s. Holzschnitt Fig. 5). Das Pleuralganglion hängt andererseits wieder durch eine Kommissur mit den Cerebralganglien zusammen [1], dies ist die Cerebropleuralkommissur. Ursprünglich bei den *Patellen* und *Rhipidoglossen* ist aber das Pleuralganglion von dem Pedalganglion, hier noch Pedalstrang, nicht differenzirt und hängt mit diesem nicht durch eine einfache äußerlich schon als solche erkennbare Kommissur zusammen, sondern ist histologisch mit diesem noch eng verbunden, wie wir dies schon wissen. Ich glaube nun mit aller Sicherheit annehmen zu dürfen, dass jene Fasern der betrachteten Wurzel der Cerebropleuralkommissur der *Fissurella*, die sich (Fig. 36 *y*) an der beginnenden Anschwellung des Pleuralganglions an die Ganglienzellen ansetzen, es sind, welche im Laufe der phyletischen Entwicklung, deren Resultat ein vom Pedalganglion separirtes Pleuralganglion ist, zur Pleuropedalkommissur sich differenzirt haben. Diejenigen Fasern aber, welche direkt aus Ganglienzellen unterhalb des Pleuralganglions entstehen (Fig. 36 *m*), wurden zur Pleuropedalkommissur der höheren Prosobranchier etc. Die Fasern aber, die aus dem Pedalstrange kommend direkt in die Commissura pleurocerebralis der *Fissurella* und der *Rhipidoglossen* überhaupt, sich fortsetzen, mögen bei den höheren Formen sich auch äußerlich so verhalten, d. h. bloß das differente Pleuralganglion durchsetzen, ähnlich wie etwa die Kommissur des vorderen Eingeweideganglion (s. weiter unten) das Cerebralganglion durchsetzt, ohne mit seinen Elementen histologisch verbunden zu sein. Somit wäre die Commissura

Fig. 5.



Schema des Schlundringes eines höheren Prosobranchiers. *c* Cerebralganglion, *p* Pleuralganglion, *y* Pedalganglion, *a* Cerebropedalkommissur, *b* Cerebropleuralkommissur, *d* Pleuropedalkommissur.

[1] Hier mag natürlich vom Schlundringe der *Muriciden* Abstand genommen werden, wo durch tertiäre Vorgänge abermals Umänderungen eingetreten sind.

pleurocerebralis der höheren Prosobranchier etc.[1] homolog der gleichnamigen der Rhipidoglossen und bloß die Commissura pleuropedalis der ersten Formen wäre eine in dieser ihrer Form als eine sekundär entstandene Bildung aufzufassen, welche sich bei den *Rhipidoglossen* nur histologisch *innerhalb* des Centralnervensystemes nachweisen lässt.

Auch für diesen Fall war es mir bei *Fissurella* nicht möglich festzustellen, ob jene Fasern dieser Wurzel der Kommissur. die gleich vom Beginn an aus dem Nervennetze entstanden, späterhin theilweise wenigstens unter der Ganglienzellschicht der eben besprochenen Stelle in das Nervennetz sich auflösten, oder in Ganglienzellen übergingen.

Bevor ich auf den Ursprung der Commissura cerebropedalis im Pleurocerebraltheile weiter eingehe, will ich nicht versäumen, schon der Nachuntersuchung halber, auf eine Anomalie der besprochenen Stelle aufmerksam zu machen, welche mir allerdings nur in einem Falle zu Gesichte kam. Man findet an jener erwähnten anatomisch bestimmten Stelle des Pleurocerebraltheiles, wo die erwähnte Wurzel der Kommissur entsteht, jene beginnende Erhabenheit (Fig. 19), die später allmählich in das Pleuralganglion sich fortsetzt, jederseits sich plötzlich hervorheben, und dann von oben nach unten zusammengedrückt sich darstellen (Fig. 35). Ich sah, nachdem die Hauptmasse der Wurzel bereits nach innen vom vorliegenden Schnitte abgetreten war, aus dem oberen Theile jener fortsatzförmigen Einsenkung der Ganglienzelllage zwei kleinere Bündel nach oben zu abtreten. Das hintere dieser Faserbündel (*n'''*) zog, inmitten der Ausstrahlung der vorderen Querfaserung gelegen, nach vorn und oben, erreichte später den inneren Theil der Wurzel und gesellte sich demselben an. Das vordere Bündel (*n*) zog vertikal nach oben an die Zellschicht, wodurch eine Kreuzung der beiden Bündel innerhalb der Ausstrahlung der vorderen Querfaserung entstehen musste.

Diese Anomalie kann ich mir nur so erklären, dass auch im normalen Falle eine von mir möglicherweise übersehene Kreuzung vorn an der Stelle, wo die Fasern senkrecht zur Zellschicht aufwärts ziehen, zwischen ihnen und dem oberen Theil der Fasergruppe

[1] Dieses Verhalten würde sich bei allen tertiär noch nicht Veränderungen des Schlundringes eingegangenen Prosobranchiern, ferner den *Nephropneusten* und ursprünglicheren *Opisthobranchiern* vorfinden.

der direkten Wurzel der Kommissur stattfindet. Wenn nun dieser angeschwollene Theil des Pleurocerebraltheiles sich verkürzt, indem er plattgedrückt wurde, verkürzt sich auch das Faserbündel, welches direkt an die Zellschicht zu treten hatte.

Wenn wir einen Längsschnitt medianwärts von dem vorigen so durch den Pleurocerebraltheil führen, dass er nebst der Commissura cerebropleuralis auch den, bei der Spaltungsstelle etwas unter dieser gelegenen Anfang der Commissura cerebropedalis trifft (Fig. 19 *VI*, Fig. 32), so überzeugen wir uns, dass die Commissura pleurocerebralis außer der beschriebenen Wurzel auch noch eine andere aus dem unteren Abschnitte des Pleurocerebraltheiles empfängt. Diese Wurzel (Fig. 32 *t* enthält, gleich der oberen, sowohl Fasern mit Netzursprüngen als auch solche mit Zellursprüngen. Auf dem Längsschnitte war es ersichtlich, dass diese Wurzel ihre Fasern hauptsächlich aus der Gegend vor dem ersten paarigen Pedalnerven (*nn*) nimmt; die Fasern *t* ziehen nach vorn und oben, erreichen hier die Anschwellung der Cerebropedalkommissur an ihrem Grunde und treten, den einen Theil der unteren Wurzelfasern derselben kreuzend, nach oben in die Anschwellung der Cerebropleuralkommissur (*c.plc*) ein. Diese Wurzel ist verhältnismäßig nicht sehr dick, jedoch zeichnet sie sich, da ihre dicht an einander gelagerten Fasern nur wenig Platz für sich einschiebende Netzsubstanz zwischen sich übrig lassen, durch ihre Kompaktheit aus. Die Wurzel nimmt, wie selbstverständlich, centralwärts hauptsächlich nur Fasern aus dem Nervennetze auf und nur die mehr randständigen Fasern haben einen Zellursprung. Während ihres Verlaufes nach vorn kommt diese Wurzel unterhalb der Kreuzungsstelle mit den Wurzelfasern der unteren Kommissur zwischen zwei Zelllagen zu liegen (*lk*, *lk'*); die obere Zelllage (*lk*) ist nichts Anderes, als das Ende des in dem Pleurocerebraltheil sehr stark entwickelten Lateralkernes (Fig. 25, 26, 27), der nach unten in die Seitenwand der Anschwellung der Commissura cerebropedalis sich fortsetzt (Fig. 32 *h*, Fig. 24 *h*). Die auf dem Längsschnitte untere Zelllage ist als dem Ende der unteren Seite des Pleurocerebraltheiles angehörig aufzufassen (Fig. 32 *lk'*).

Verfolgen wir den Verlauf dieser Wurzel der Commissura pleurocerebralis, so wie auch das weitere Verhalten der angrenzenden Zelllagen, so weit es sich hierauf bezieht, genauer, so finden wir, dass diese Wurzel, zwischen den zwei genannten Zelllagen gelegen (Fig. 45 *t*), sowohl aus der Zelllage des Endes vom Pleurocerebraltheil (*lk'*), als auch aus dem Ende des Lateralkernes fortwährend

Verstärkungsfasern aufnimmt. Man sieht aus der unteren Zelllage hauptsächlich größere, gegen die Wurzel zu gelegene birnförmige Zellen Fasern in die Wurzel abgeben (*z*). Aus dem Lateralkerne sind es hauptsächlich centralwärts gelegene kleinere Zellen (*m*), die Fasern diesem Bündel beimischen. Etwas unterhalb der Spaltungsstelle der beiden Kommissuralanschwellungen (*nh*) angelangt, zweigt sich ein Theil dieses Faserbündels aus dem Hauptstamm ab (*r*) und tritt direkt unter der Ganglienzellschicht der unteren Anschwellung nach vorn, in die Commissura cerebropedalis ein. Somit würde die beschriebene Wurzel, da aus ihr auch Fasern in die Commissura cerebropedalis abtreten, nicht ausschließlich der Commissura cerebropedalis angehören. Obgleich ich jenes Verhalten mit Sicherheit beobachtet zu haben glaube, so kann ich doch nicht verschweigen, dass jene Fasern, welche in die Commissura cerebropedalis sich abzweigen, sowohl aus den Zellen des Lateralkernes (*m*) als der unteren Zellschicht (*z*) an dieser Stelle in das Faserbündel getreten sein möchten, also hauptsächlich Fasern, die in dieser Gegend entsprungen sind und somit nicht von jener hinteren Stelle (Fig. 32 *a*), von welcher die Hauptmasse des Bündels stammt.

Um jedoch auf den größeren Theil dieses Nervenfaserbündels zurückzukommen, welches in die Commissura pleurocerebralis eintritt und als dessen Wurzel betrachtet werden muss, sei noch hinzugefügt, dass auch noch Fasern aus dem Ende des Lateralkernes in dieses Bündel eintreten (*y*). Es sind zumeist nur große Zellen, welche einen ihrer Fortsätze direkt eintreten lassen, doch schien es mir manchmal, als ob an dieser Stelle kleinere Zellen ihre Fortsätze in das anliegende Nervennetz sendeten, woraus abermals Fasern für das Längsbündel entständen. Weiter in die Anschwellung der Commissura pleurocerebralis eingetreten, vermengen sich die Fasern dieses Bündels mit den anderen der Kommissur (*o*).

Hinter der hauptsächlichen Ursprungsstelle dieses Bündels vor dem ersten paarigen Pedalnerven, erkennt man auch ein Bündel, welches schwächer als ersteres ist, hinter dem Nerven entstanden (*r*) nach oben, innen, und theilweise im Lateralkern gelegen, nach vorn und oben zieht (*b*); es ist somit wahrscheinlich gleichfalls eine Wurzel der Commissura pleurocerebralis. Weiteres darüber habe ich nicht ermittelt.

Somit haben wir gesehen, dass die Commissura pleurocerebralis Wurzeln weit nach hinten und zwar sowohl aus dem oberen wie unteren Abschnitte des Pleurocerebraltheiles empfängt und es erübrigt

uns jetzt über den Ursprung der Kommissuralfasern aus den Anschwellungen selbst zu sprechen.

Ausgesprochene, d. h. solche Kerne, welche von der corticalen Zelllage isolirt inmitten der Anschwellung lägen, giebt es hier eben so wenig, als an einem sonstigen Theile des Centralnervensystemes der Rhipidoglossen. Man erkennt allerdings öfter an Schnitten anscheinend isolirte Kerne (Fig. 24 *w*), doch lässt es sich stets nachweisen, dass solche Zellgruppen mit der corticalen Zelllage durch andere Zellen eng verbunden sind.

Wenn wir einen Querschnitt so führen, dass er (Fig. 19 *II*, die beiden Kommissuren an ihrer Spaltungsstelle etwas schief von vorn nach hinten trifft (Fig. 24 rechts), so ist die Topographie am übersichtlichsten. Man sieht manche Fasergruppen (*nf*) aus der mit der unteren Anschwellung noch gemeinsamen Anschwellung entspringen und zwar hauptsächlich aus deren Nervennetz; andererseits giebt es wieder Bündel, deren Ursprung bereits in der oberen Anschwellung liegt (*kf*) und hauptsächlich Fasern direkten Zellursprunges führt. Jene anscheinenden Kerne, welche jedoch wie erwähnt mit der corticalen Zelllage zusammenhängen, sind in erster Instanz dazu bestimmt, direkte Zellursprünge abtreten zu lassen.

Aus dem centralen Netze der Anschwellung treten die Netzursprungsfasern ab. Wir finden somit auch hier, dass die Fasern direkten Ursprunges wenigstens im Beginne in der Commissura pleurocerebralis corticalwärts gelegen sind und die Mitte der Kommissur zum größten Theile von Fasern indirekten Ursprunges eingenommen wird. Dass freilich diese Lagerung nicht ungestört bis zum Eintritt der Kommissur in das Cerebralganglion sich forterhält, ist klar.

Wir hätten nun den Ursprung der Kommissur zu den vorderen Eingeweideganglien (Buccalganglien aut.) zu besprechen, welche bei ihrem Ursprung Beziehungen zu der eben besprochenen Kommissur verräth. Sie nimmt jederseits ihren Ursprung unterhalb der Commissura pleurocerebralis und deren Anschwellung. Im späteren Verlaufe kommt, wie wir das schon aus dem ersten Theile der Arbeit wissen, die Kommissur der vorderen Eingeweideganglien zwischen die zwei Kommissuren zu dem Cerebralganglion zu liegen, in welcher Lagerung sie das Cerebralganglion erreicht. Bei ihrem Ursprung (Fig. 33 *B*) liegt diese Kommissur unter der Commissura pleurocerebralis und nach außen von der Commissura cerebropedalis. Sie nimmt Fasern sowohl aus dem Nervennetze, als auch aus der corticalen Zelllage auf und über ihren Ursprung ist nichts Besonderes zu berichten. Über ihre Be-

ziehungen zum Cerebralganglion wird, in Anknüpfung an die Beschreibung im ersten Theile, noch weiter unten (bei Besprechung der Cerebralganglien) die Rede sein.

Auf die Beschreibung des Ursprunges der Cerebropedalkommissur übergehend, beginnen wir mit jener Gegend des Pleurocerebraltheiles, wo das eigentliche Centrum für die Kommissur resp. ihrer Anschwellung auch innerlich sich zu differenziren beginnt. An dieser Stelle sind die beiderseitigen Hälften des Pleurocerebraltheiles noch durch die vordere Querfaserung mit einander verbunden (Fig. 27). Diese weiter nach hinten medianwärts zusammenhängende Zellschicht der unteren Seite des Pleurocerebraltheiles beginnt sich zu trennen und nach innen und oben unter der Querfaserung in den jederseitigen Theil des Pleurocerebraltheiles sich einzuschieben (*ik*). Auch vom Lateralkerne her beginnt ein Zellenfortsatz (*p*) sich einzusenken, welcher sich dann weiter nach vorn mit dem der unteren Seite vereinigt; dieses findet etwas vor der Spaltungsstelle des jederseitigen Pleurocerebraltheiles in die Anschwellung der beiden großen Kommissuren zu den Cerebralganglien statt. Dadurch wird schon innerlich die Grenze angegeben, an welcher die Fasern der Commissura pleurocerebralis und der Commissura cerebropedalis ihren Ursprung nehmen. Nicht bei allen Individuen tritt aber diese innere Trennung schon so weit nach hinten auf, vielmehr giebt es auch Fälle, wo diese innere Abgrenzung weiter nach vorn an der Spaltungsstelle auftritt (Fig. 24). Zugleich sehen wir den Lateralkern allmählich in die laterale Wand der Anschwellung der Commissura cerebropedalis aufgehen (Fig. 32 *h*). Diese Kommissur steht aber auch sonst mit dem Lateralkerne im Pleurocerebraltheile in naher Beziehung. Von jener Stelle an, wo die tief unten entspringende Wurzel der Commissura pleurocerebralis aus dem unteren Theile des Pleurocerebraltheiles nach oben zieht, entspringen aus dem Ende des Lateralkernes zahlreiche Fasern (Fig. 32 *y*), die nach unten und vorn ziehend in die Verdickung der Commissura cerebropedalis eintreten und, von dort weiter nach vorn sich fortsetzend, direkt in die Kommissur übergehen. Diese Fasern treten als direkte Zellursprünge aus den Zellen des Lateralkernes ab (Fig. 45 *x* und setzen sich weiter fort, ohne sich vorher in das Nervennetz der Kommissuranschwellung aufgelöst zu haben. Die Fasern selbst entstehen zumeist nur aus Randzellen verschiedener Größe, doch sind auch Fasern erkennbar, die aus centralwärts in der Zellschicht gelegenen Zellen entspringen.

An der besprochenen Stelle entsteht dann, gleich nach Abgang

der eben besprochenen Wurzel der Commissura cerebropedalis und jener tiefen aus der unteren Hälfte des Pleurocerebraltheiles entsprungenen Wurzel der Commissura pleurocerebralis, naturgemäß eine Kreuzung (Fig. 45); in zahlreichen Fällen sind beiderlei Fasern unter einander gleich einem Rohrgeflechte verwoben. Durch diese Wurzel hängt nun die Cerebropedalkommissur mit dem Pleurocerebraltheil der Pedalstränge zusammen.

Über den sonstigen Ursprung der Kommissur aus einer Verdickung ist weiter wenig zu berichten. Die Zellschicht der Verdickung ist gleich der der anderen Kommissur stellenweise mächtig entfaltet, was auf das Bestreben nach Koncentration zurückzuführen ist. Randständig entspringen die Fasern direkten Zellursprunges, mittelständig aus dem Nervennetze die Netzursprungsfasern. Nur eines Verhaltens in der Verdickung dieser Kommissur möchte ich noch gedenken. Auf dem Querschnitte der Anschwellung der Commissura pleurocerebralis, wie auf jenem der Commissura cerebropedalis, findet man häufig Verbindungen zwischen Zellschichten entgegengesetzter Seiten. Dieser Anastomosen wurde schon beim Pedalstrange kurz gedacht, da sie jedoch dort seltener auftreten wurden sie nicht eingehender erörtert; ich nannte sie »innere Kommissuren« und in der That sind sie principiell nichts Anderes. Hier in der Anschwellung der Commissura cerebropedalis treten sie auf demselben Querschnitte zu mehreren neben einander auf, gewöhnlich parallel neben einander gelagert (Fig. 23, 24, 27 *y*). Man erkennt allerdings bei genauer Betrachtung, dass in diesen dünnen Strängen, die von der einen Zellschicht zur anderen ziehen, außer den nervösen Fibrillen sich auch intensiver gefärbte, bindegewebige Fortsätze vorfinden, die unter Umständen durch die Ganglienzellschicht bis zur Nervenhülle verfolgbar sind, als deren Fortsätze sie sich dokumentiren. Solche bindegewebige Fortsätze sind dann sehr lang und erstrecken sich oft mit dem Faserbündel weit in das Centrum des Ganglions. Ihre Lage zwischen den benachbarten Nervenfasern ist fast ausnahmslos eine mittelständige. Dass indessen zwei solche bindegewebige Fortsätze im Centrum des Nervensystemes sich erreicht hätten, habe ich nie beobachtet. Die wirklich nervösen Fibrillen dieser Bündel, entspringen aus den Ganglienzellen, wie dies unschwer zu konstatiren ist und setzen sich als solche bis zur anderen Seite fort, wo sie abermals in eine Ganglienzelle eintreten; sie sind somit Verbindungen zwischen Ganglienzellen entgegengesetzter Seiten. Öfter kann man beobachten, dass einzelne Fasern die-

ser sehr subtilen Bündel sich abzweigen und im Nervennetze enden. Nicht zu verwechseln sind diese Bündel mit solchen nervöser Art, die zwar als Ganglienzellfortsätze abtreten, jedoch die entgegengesetzte Seite nicht erreichen, sondern nach längerem oder kürzerem Verlaufe in das Nervennetz übergehen; diese sind, wie ich schon erwähnt habe, überall im Centralnervensystem der *Fissurella* häufig.

Was die Histologie der Anschwellungen der beiden Kommissuren zum Cerebralganglion betrifft, so ist diese von dem im Allgemeinen hier Beschriebenen nicht verschieden, ich habe somit nichts weiter anzufügen.

Wir haben nun abermals auf den Pleurocerebraltheil zurückzukommen und wollen, bevor wir auf die Zellschichten desselben und auf die Pleuralganglien eingehen, noch den Ursprung jener Nerven kurz besprechen, welche den Pleurocerebraltheil verlassen. Als solcher wäre vor Allem der Subradularnerv zu nennen. Dieser Nerv verlässt, wie wir dies aus dem ersten Theil der Arbeit wissen, den Pleurocerebraltheil jederseits nach vorn und außen vom Gehörorgane. Etwas schief von vorn nach hinten geführte Querschnitte (Fig. 24 links) können über die Ursprungsweise dieses Nerven am besten belehren. Er entspringt (*vec*) mit mächtigen Wurzeln aus dem vorderen Theil des Pleurocerebraltheiles unweit der Zweitheilung desselben in die Anschwellungen der Kommissuren. Seine Wurzel erstrekt sich auf dem Querschnitte sehr tief in die Netzsubstanz. Die in diesen Bündeln zu äußerst gelegenen Fasern können sehr leicht bis in die anliegenden Ganglienzellen der corticalen Zelllage verfolgt werden; die innersten Fasern im Bündel aber sind wohl charakterisirte Netzursprungsfasern (*nu*). Zwischen den Wurzeln dieses Nerven findet man quergetroffene Faserbündel (*k*, *nu'*); zum großen Theile gehören diese Fasern wohl der Commissura pleurocerebralis an, wie wir dieses oben gesehen haben, doch traf ich unter diesen Fasern auch manche an, die auf den folgenden Querschnitten mehr oder weniger deutlich in den Stamm des Subradularnerven einbogen. Hauptsächlich ist es ein starkes Bündel von Nervenfasern, welches, weiter hinten als unser Querschnitt gelegen, von der innersten Seite des Pleurocerebraltheiles aus der Zellschicht als direkter Ursprung entstammt und zuerst die median gelegenen Netzursprungsfasern kreuzend, sich nach oben und außen begiebt. Hier angelangt liegt es der äußeren Seite an und zieht nach vorn, um alsbald in den Nervenstamm einzutreten.

Außer diesen randständigen direkten Ursprüngen giebt es auch andere direkten Zellursprunges; es ziehen nämlich einige Fasern

aus der gemeinsamen Wurzel, deren Fasern sich aus dem Nervennetze sammeln, aus diesem halbkreisförmig nach unten und außen und erreichen die untere, äußere Zellschicht. Diese Fasern verhalten sich also ganz ähnlich, wie jene in der oberen Lateralwurzel der Pedalstränge. Man kann feststellen, dass sie wirklich aus den Ganglienzellen der äußeren Seite entstammen.

In einem speciellen Falle (Fig. 17) konnte ich erkennen, dass eine Faser direkt aus einer größeren Ganglienzelle *d* entsprang, sich nach oben zu begab, um hier mit dem Fortsatze einer anderen Ganglienzelle der Zelllage, deren andere zwei Fortsätze im Nervennetze endigten, sich unter spitzem, nach oben zu gerichtetem Winkel zu verbinden. Nach längerem Verlaufe erreichte diese dickere Faser (*b*) eine andere aus dem Nervennetze stammende, und mit dieser sich abermals unter spitzem, nach oben zu gerichtetem Winkel verbindend, trat sie, nun als ziemlich dicke Faser, in das in den Nervenstamm sich begebende Faserbündel (*a*) ein. Andere Nervenfasern (*c*) konnten zwar in ihrem weiteren Verlaufe nicht verfolgt werden, doch spricht ja schon ihre Lage für ihr ferneres Verhalten. Die anderen Fasern der medianwärts gelegenen Wurzel entstammten insgesammt dem Nervennetze (*a'*), doch traten sie auch hier mit den multipolaren kleinen Centralzellen in keine direkte Beziehung.

Daraus ist ersichtlich, dass auch der Subradularnerv, gleich den übrigen Nerven und Kommissuren in den Pedalsträngen und deren Pleurocerebraltheil, Fasern beiderlei Ursprunges in sich aufnimmt.

Als der nun folgende Nerv wäre der jederseitige Mantelnerv in seinem Ursprunge zu betrachten. Dieser Nerv entspringt beiderseits nicht an derselben Stelle; der rechte entspringt vor dem rechten, der linke hinter dem linken Pleuralganglion (s. I. Theil Fig. 2). Im ersten Theile vorliegender Arbeit habe ich darüber gesagt: »Auf der rechten Seite entspringt, anscheinend aus dem Winkel zwischen Pleuralganglion und der eben erwähnten vorderen Spitze des Pleuralstranges, der rechte Mantelnerv. Auf der linken Seite entspringt der Mantelnerv scheinbar aus einer tieferen Stelle, mehr dem unteren Ende des linken Pleuralganglions genähert. Dieses verschiedene Verhalten der beiderseitigen Mantelnerven, welches schon von Ihering bekannt war, wird jedoch als ein sekundäres aufzufassen sein. Ich habe oben schon erwähnt, dass das linke Ganglion sich nach rechts umlegt; durch diese Lageveränderung des Ganglions musste offenbar bedingt werden, dass der Mantelnerv auf der rechten Seite noch

eine Strecke nach seinem Ursprunge sich seiner Unterlage fest anlegt, auf der linken Seite aber aus dieser letzterwähnten Lagerung sich abgelöst hat.« Die histologische Untersuchung hat keine Resultate ergeben, welche dieser Annahme widersprechen, wenn gleich jene angenommene äußere Anlagerung des rechten Mantelnerven in dieser Form nicht zu konstatiren ist, vielmehr die Anlagerung als eine innere Einlagerung zu erkennen war. Der Nerv der rechten Seite entspringt aus der oberen Hälfte des Pleurocerebraltheiles und besitzt außer der auf dem Querschnitte getroffenen senkrechten Wurzel (Fig. 27 *rum*) eine unter der Ganglienzellschicht gelegene, von hinten nach vorn ziehende dünnere Wurzel. Diese horizontale Wurzel konnte bei dem linken Mantelnerven nicht aufgefunden werden, wesshalb man sie als primär eingelagert annehmen könnte.

Die Mantelnerven verlassen jederseits den Pleurocerebraltheil an seiner oberen Kante, an jener Stelle also, welche, mit den Pedalsträngen verglichen, jener Stelle entspricht, von welcher der Lateralnerv gewöhnlich abzutreten pflegt. Unter dem Ursprung des linken Nerven sieht man die Zelllage sehr in ihren Elementen vermehrt (*t*): von hier aus bezieht dann der Nerv zum größten Theile entweder indirekt, nämlich durch Vermittelung des Nervennetzes oder direkt aus den Zellen seine Fasern. Diese vermehrte Zelllage kommt unter dem rechten Mantelnerven nicht vor, und es wäre somit möglich, dass jene horizontale Wurzel aus einer hinteren Gegend, welche dem Abgange des linken Nerven entspräche, entspringt. Freilich habe ich diese Frage weiter nicht verfolgt und somit bleibt sie eine offene. Wie wir sehen führen die Mantelnerven, gleich den anderen betrachteten Nerven, sowohl Fasern mit Netz-, als auch solche mit Zellursprüngen.

Bevor wir auf die Pedalganglien eingehen, gebe ich einen kurzen Überblick über die Zelllagen im Pleurocerebraltheile. Die dorsale Zelllage über der vorderen Querfaserung ist medianwärts dünnschichtig (Fig. 25) und nur lateralwärts, wo sich jederseits die beginnende Anschwellung des Pleuralganglions erhebt, wird die Zellschicht dicker, um dann allmählich in jene des Pleuralganglions überzugehen (Fig. 33). Nach vorn zu wird die Zellschicht dick (Fig. 26), nimmt aber an Dicke weiter nach vorn zu abermals ab. Ich möchte betonen, dass häufige individuelle Schwankungen sich vorfinden. Der Lateralkern ist entsprechend den drei jederseits mächtigen ersten paarigen Pedalnerven (Fig. 23, 24, 26 *un*), welche, durch Zusammensetzung mehrerer solcher Nerven bei der Ausbildung

des Pleurocerebraltheiles im Laufe der Phylogenie entstanden, stark entwickelt, doch ist die Lateralfurche auf dem Pleurocerebraltheile nicht mehr vorhanden. Die Lateralnerven kommen zwar auch am Pleurocerebraltheile vor (Fig. 25, 26 *ns'*), doch sind sie sehr schwach. Sie treten tiefer als im Pedalstrange ab, der erste findet sich am Grunde der Pleuralganglien (Fig. 26).

Die Zellschicht der unteren Seite des Pleurocerebraltheiles ist ausnahmslos sehr mächtig (s. Abbildungen). Vorn, da, wo die vordere Querfaserung und mit ihr auch die Einheit des Pleurocerebraltheiles aufhört, trennen sich medianwärts die Zellschichten der beiden Seiten, noch bevor die Trennung des Pleurocerebraltheiles stattgefunden (Fig. 27). Vor dieser Stelle sind aber medianwärts die beiderseitigen Zellschichten mit einander innig verbunden: das sie verbindende Stück reicht bis unter die vordere Querfaserung und hat eine sehr charakteristische Beschaffenheit. Nach außen und unten zu (Fig. 27 *y*) finden sich mittelgroße, multipolare Zellen (Fig. 44 *u*), welche mit ihren oberen Fortsätzen mit anderen Zellen der Zellschicht anastomosiren oder mit einem sehr langen Fortsatze die Zellschicht durchsetzen (*g*) und in das zwischen den Kommissuralfasern (*c*) gelegene Nervennetz sich auflösen. Ihre unteren Fortsätze gehen ausnahmslos in das nach unten gelegene Nervennetz über. Nach oben zu, die Zellschicht begrenzend, finden sich gleichfalls kleinere, multipolare Zellen vor, die sich mit ihren Fortsätzen theils mit anderen Zellen der Zellschicht verbinden, theils in das zwischen den Kommissuralfasern gelegene Nervennetz übergehen.

Es giebt in dieser Zellschicht auch sehr große Elemente, vielleicht überhaupt die größten, die sich bei *Fissurella* vorfinden; sie sind zumeist birnförmig und verhalten sich mit ihren Fortsätzen so, wie oben in der Zellschicht die kleineren multipolaren Zellen. Einige unter diesen großen Zellen sind tri- bis quadripolar und verbinden sich mit ihren dünneren Fortsätzen mit anderen Zellen ihrer Nachbarschaft. In einem Falle (*d*) konnte ich auch eine Zelle dieser Art beobachten, welche einen Kernkörperfortsatz in das Netz zwischen den Kommissuralfasern schickte und ihn in dasselbe übergehen ließ. Was diese großen, länglich-dreieckigen Zellen am meisten auszeichnet, das ist einer ihrer Fortsätze. Der von ihrer vorderen Spitze abtretende Fortsatz, welcher gleichsam als die Fortsetzung des Zellleibes erscheint (*d, d*), ist ausnahmslos von bedeutender Dicke und nimmt an dem Aufbaue des Netzes zwischen den Kommissuralfasern keinen Antheil. Man kann sich an Serienschnitten

versichern, dass diese Fasern, deren besonders dicker Querschnitt zwischen den Fasern der vorderen Querfaserung auffällt, im Pleurocerebraltheil medianwärts nach hinten ziehen. An der Bildung der vorderen Querfaserung nehmen diese Kolossalfasern keinen Antheil und eben so wenig an dem Aufbau der Netzsubstanz.

Obgleich mir keine direkten Beobachtungen vorliegen, so scheint es mir doch desshalb, weil diese Fasern sich zu einem Bündel vereinen und gerade auf jenes unpaare Bündel von Fasern nach hinten zu streben, welches aus dem medianen Fortsatze der Ganglienzellschicht der hinteren Wand des Pleurocerebraltheiles (Fig. 25 *mz*) entstammend nach vorn zieht, gewiss, dass jenes unpaare mediane Bündel mit diesem von vorn nach hinten ziehenden identisch ist. Mit anderen Worten: ich glaube, dass die Zellschicht der vorderen Seite des Pleurocerebraltheiles mit der hinteren durch dieses unpaare mediane Bündel im direkten Zusammenhange steht.

Wir wären zu den Pleuralganglien und somit auch auf den Ursprung der Pleuralkommissuren gelangt. Vor Allem aber bemerke ich, dass diese sogenannten Ganglien auf beiden Seiten betreffs ihres histologischen Verhaltens in den wesentlichen Punkten einander gleich sind, so wie dass individuelle Besonderheiten betreffs der lokalen Dicke der Ganglienzellschicht obwalten, die selbstverständlich von untergeordnetster Bedeutung sind und weiter keine Berücksichtigung finden. Auf Querschnitten (Fig. 26) lässt es sich nicht mit absoluter Sicherheit entscheiden, wo dem primären Pleuralganglion gegenüber der Pleurocerebraltheil seine Grenze hat, vielmehr geht ersteres in letzteren kontinuirlich über, was ja aus dem ganzen Verhalten des Centralnervensystemes der Rhipidoglossen verständlich ist. Auf dieses primäre Verhalten wurde bereits öfter hier sowohl, als auch im ersten Theile dieser Arbeit hingewiesen.

Auf dem Längsschnitte des Ganglion findet man die Zellschicht vielfach in das Centrum des Ganglions, nach oben zu allmählich dünner werdend, fortlaufen; besonders ist es ein sehr starker, zu unterst gelegener Zellhaufen, der von der Seite nach innen in das Innere vorragend (*w*) die Achse des Ganglions medianwärts überragt. Da nun alle diese Zellhaufen, welche, wie erwähnt, stets mit der corticalen Zellschicht zusammenhängen, dazu bestimmt sind, aus ihren Elementen Fasern direkt in die Kommissur zu senden oder doch Fäden in geringerer Zahl abzugeben, welche das Netz bilden, aus welchem abermals Fäden in die Kommissur treten, so ist es klar, dass diese Zellhaufen ausschließlich der Pleuralkommissuren

halber hier sich differenzirt haben. Immerhin wäre es misslich jenen stärkeren Zellhaufen (*zh*), welcher zu unterst in der Verdickung des Kommissurengrundes liegt, als die Begrenzung des Pleuralganglions nach unten zu anzusehen. Man erkennt nämlich, dass auch unterhalb dieses Zellhaufens und insbesondere aus dem Nervennetze, Fasern entspringen, welche direkt in die Kommissur sich fortsetzen. Wollte man weiter spekuliren, so könnte man annehmen, dass diese eben erwähnten Nervenfasern im Laufe der Phylogenie zur Commissura pleuropedalis wurden, dass also die Kommissur unterhalb des erwähnten Zellhaufens sich zu bilden hat, während der Theil oberhalb desselben zum späteren Pleuralganglion wird. Wenn gleich nun diese Annahme plausibel erscheint, so wird doch die vergleichende Zusammenstellung erst über diese Frage entgültig zu entscheiden berufen sein. Jedenfalls hat man die Anschwellung jederseits zum Pleuralganglion zu rechnen.

Was die Zellschicht betrifft, so nimmt diese gegen die Kommissur zu allmählich an Dicke ab, um schließlich ganz aufzuhören. Die Zusammensetzung der Zellschicht ist in jener Gegend, wo die Schicht dicker, im Allgemeinen der schon betrachteten Zelllage gleich, nur an einzelnen Stellen, da, wo sie dünner ist, findet man sie fast ganz aus birnförmigen Zellen gebildet (Fig. 37). Im Centrum des Ganglions findet sich das Nervennetz vor, welches, mit der Abnahme der Zellschicht Schritt haltend, nach oben zu am Beginne der Kommissur verschwindet.

Wir hätten somit die Textur der Pedalstränge der *Fissurella* erörtert und hätten nun jene von *Haliotis* und von den *Trochiden* zu besprechen.

Wie schon im ersten Theile dieser Studien aus einander gesetzt, steht *Haliotis* in Bezug auf das Pedalnervensystem näher den *Trochiden* als den *Fissurellen*, da *Fissurella* im Betreff der Pedalstränge sekundäre Verhältnisse eingegangen ist und bei einer Art, der *F. maxima*, wie dieses v. Ihering[1] angiebt, die Pedalstränge bereits fast zu Ganglien sich zusammengezogen haben. Diese sekundäre Concentration werden wir, obgleich sie weiter kaum der Beweise bedarf, auch durch die Histologie stützen. Einstweilen sei nur bemerkt, dass in Betreff der Histologie der Pedalstränge zwischen *Haliotiden* und *Trochiden* keine Differenzen auch untergeordneter Art bestehen, wess-

[1] Vergleichende Anatomie des Nervensytems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.

halb wir das über *Turbo* zu Sagende auch für *Haliotis* acceptiren. Kleinere Differenzen, die ich eruiren konnte, sollen übrigens bei der Beschreibung genaue Erörterung finden.

Zuerst soll bei diesen Formen die Textur der Ganglienzelllage erörtert werden. Die Zelllage ist bei *Haliotiden* sowohl, als auch bei *Trochiden* in den Pedalsträngen und da selbst im Lateralkerne, eine im Allgemeinen dünnschichtigere, als bei *Fissurella*. An einzelnen Theilen macht sie sogar stellenweise kaum mehr den Eindruck einer Zelllage, doch sind solche Stellen immerhin selten. Wo sie sich vorfinden, erkennt man alsdann in den extremsten Fällen (Fig. 60) corticalwärts nur einige wenige, kleine multipolare Zellen, die unter einander anastomosiren und mit ihren übrigen Fortsätzen in das Nervennetz sich auflösen. In solchen Fällen reicht das Nervennetz auch corticalwärts bis zur Nervenhülle, nur ist es dort und zwischen den Ganglienzellen weitmaschiger und weniger regelmäßig angeordnet, als centralwärts. Die kleinen Randzellen erhalten hier vor der Nervenhülle keinen Überzug, sondern diese sendet bloß lange Fortsätze (*b*) weit in das Nervennetz ein, wo sie blind enden.

An anderen Stellen der Pedalstränge ist die Zelllage mehrschichtig, doch wie ich ausdrücklich bemerke, nie so vielschichtig als bei *Fissurella*. Auch der Lateralkern ist nur stellenweise, wo besonders starke obere (paarige) Fußnerven abtreten, so zellenreich wie bei jener Form. Die Anordnung der Zellen ist dieselbe wie dort, *corticalwärts finden sich multipolare kleinere Zellen, die mit ihren Fortsätzen unter einander anastomosiren und sich nach innen mit anderen größeren mittelständigen Zellen verbinden, denen abermals kleinere Zellen, dem Centrum zugekehrt, anliegen.* Selbstverständlich darf man diese Anordnung auch hier nicht allzu schematisch nehmen.

Auch im Pleurocerebraltheil ist die Zelllage zellenärmer wie bei *Fissurella*. Dort, wo die Zellschicht die mittlere Dicke nicht überschreitet, sehen wir jene beschriebene Anordnung noch viel vollständiger ausgeprägt, als an einer sonstigen Stelle. Die kleinen bis mittelgroßen corticalwärts gelegenen Zellen (Fig. 46 *v*) verbinden sich einerseits unter einander und andererseits nach innen zu mit großen Dreieckzellen. Dabei ist die Verbindung stets eine solche, dass die Dreieckzellen (*a*) mit ihren zwei oberen Fortsätzen mit je einer corticalwärts gelegenen Zelle anastomosiren, während der Fortsatz der unteren Spitze entweder direkt nach kürzerem oder längerem Verlaufe in das Nervennetz sich auflöst oder als direkter Fortsatz in

einen Nerven eintritt. Unter diesen großen Zellen finden sich kleine multipolare vor (*n'*), welche mit einem Theile ihrer Fortsätze in das Nervennetz übergehen. In selteneren Fällen findet man die Dreieckzellen sehr weit centralwärts gerückt und somit zu innerst in der Zellschicht gelegen (Fig. 57); unter ihnen liegen kleine multipolare Zellen. In anderen Fällen wieder, so besonders in jenen Gegenden, wo Nerven entspringen, liegen diese Zellen zu innerst in der Zellschicht und unter ihnen fehlen die kleinen multipolaren Zellen Fig. 56). Gewöhnlich mischen sich dann die Hauptfortsätze jener Zellen direkt den Fasern des abtretenden Nerven bei *f*. Den größeren Zellen reihen sich entweder andere kleinere Dreieckzellen an, die abermals mit nach oben gelegenen multipolaren Zellen verbunden sind *v*), oder die abtretenden Faserbündel werden durch Fasern jener wenigstens anscheinend unipolaren Zellen verstärkt (*B*). Letztere lagern nach unten den großen Dreieckzellen zu zweien oder selbst zu vieren an. Sonst trägt die Zelllage auch in diesem Falle den allgemeinen Charakter. Bindegewebige Fortsätze der Nervenhülle senken sich, gleich wie bei *Fissurella*, zwischen die Zellschicht ein.

In der Regel verbinden sich die oberen kleinen Multipolarzellen der corticalen Lage durch die größeren mittelständigen Zellen mit den centralwärts gelegenen multipolaren Zellen, die ihrerseits wieder mit dem centralen Nervennetze direkt zusammenhängen. In solchen Fällen, wie der vorliegende, wo die großen mittelständigen Zellen fast ausschließlich nach unten zu nur Fäden abgeben, welche direkt in die Nervenbündel sich fortsetzen, scheint es häufig vorzukommen, dass die oberen Multipolarzellen, mit Ausschluss der mittelständigen Zellen, mit den unteren Multipolarzellen direkt anastomosiren (Fig. 56 *n*, *n'*).

Nicht überall in der Zelllage kommen die großen Dreieckzellen vor, denn dazwischen findet man auch einzelne Stellen, wo die Zellschicht lediglich von multipolaren Zellen gebildet wird Fig. 58). Diese anastomosiren vielfach unter einander, wobei die Verbindung zwischen zwei Zellen manchmal sehr lang sein kann *n*). Manche unter diesen Zellen, hauptsächlich die etwas größeren mittelständigen, senden sehr lange Fortsätze *r*, *r'*) in das Nervennetz, welche sich dann in dasselbe auflösen. Auch direkte Ursprünge dürften hier vorkommen. Das Nervennetz unter der Zelllage wird öfter, wie auch auf unserer Abbildung *n'*), von dickeren Nervenfäden durchzogen. Ich glaube durch die Auswahl treffender Bilder zum rechten

Verständnis der Struktur des Centralnervensystemes die nöthigen Anhaltspunkte gegeben zu haben, und will, ohne auf weitere Details mich einzulassen, auf die topographischen Verhältnisse des Centralnervensystemes übergehen.

Die Pedalstränge sind im Querschnitte weniger umfangreich als bei *Fissurella*. Auch ist die Gestalt des Querschnittes einigen Variationen unterworfen. Bemerkenswerth ist die große Tiefe der Lateralfurche. Während sie bei *Fissurella* eine nur unansehnliche Tiefe besaß und sich auf den Pleurocerebraltheil gar nicht fortsetzte, weist sie bei den eben zu schildernden Formen eine bedeutende Tiefe auf (Fig. 52 *lf*) und setzt sich auch auf den Pleurocerebraltheil fort. Diese große Tiefe der Lateralfurche tritt aber im Laufe der Phylogenie, bei fortschreitender Koncentration der Pedalstränge, immer mehr zurück, worauf *Fissurella* hinweist. Nach hinten, dem Ende der Pedalstränge zu, nimmt die Furche allmählich mit der Breite des Pedalstranges ab (Fig. 38) und schwindet am Endtheile desselben gänzlich (Fig. 39). Sie trennt den Pedalstrang, gleich wie bei *Fissurella*, in eine obere und untere Hälfte. Aus diesen beiden Theilen entspringen dann die Nerven und die Pedalkommissuren in der gleichen Weise, wie bei *Fissurella* beschrieben wurde, d. h. der Lateralnerv aus der oberen, die Pedalnerven und die Pedalkommissur aus der unteren Hälfte. Wie wir wissen, sind bei *Turbo* etc. unter den Lateralnerven jederseits vier besonders mächtig entwickelt, welche sich zu den vier Seitentastern begeben. Bei *Haliotis*, wo sich, gleich wie bei *Fissurella*, zahlreiche Seitentaster vorfinden, fällt diese mächtige Entfaltung jener vier Nerven jederseits weg.

Der Lateralnerv entspringt manchmal, wie es bei *Fissurella* der Fall war, doch habe ich bei *Turbo* auch ein Verhalten der Wurzel des Nerven beobachtet, welches hier den häufigeren Fall vorstellt. Während wir bei *Fissurella* regelmäßig die senkrechte Wurzel des Lateralnerven mehr oder weniger mittelständig aus dem oberen Theile des Pleuralstranges entstehen sahen (Fig. 10), wobei die Wurzel eher der inneren Seite des Pedalstranges sich näherte, finden wir bei *Turbo* die senkrechte Wurzel der Zellschicht öfter der äußeren Seite des Pedalstranges angelagert (Fig. 42, 52), wobei der Nerv den Pedalstrang immerhin an der nämlichen Stelle verlässt (*ns*). Die Netzursprungsfasern sammeln sich hauptsächlich oberhalb des Lateralkernes (*fo*); aus dem Lateralkerne selbst sah ich keine Fasern direkten Ursprunges in diese Bündel eintreten. Nach außen von diesem Theil der Wurzel, sowohl etwas oberhalb des Lateralkernes,

als auch aus der Zellschicht der äußeren unteren Seite des oberen Pedalstrangtheiles entspringen Fasern direkt aus Zellen (*zf*) und indem sie sich weiter nach oben dem inneren Bündel zugesellen, bilden sie mit diesem ein stattliches breites Bündel von Fasern, welches, der Zelllage der äußeren Seite nach innen angelagert, nach oben zieht und als senkrechte Wurzel in den Nerven eintritt. Dieser Wurzel gesellen sich nach oben zu mehrere kleinere Bündel von Nervenfasern bei (*j*, *k*), die medianwärts aus dem Nervennetze kommen und nach oben biegen.

Dass jedoch die Fasern beiderlei Ursprunges bereits innerhalb der Pedalstränge sich ändern können, dafür giebt uns vorliegendes Bild (Fig. 42, 52 *p*) ein sehr schönes Beispiel. Von den Netzursprungsfasern, die sich oberhalb des Lateralkernes sammeln, tritt an der Stelle, wo sich diese Fasern mit den Zellursprungsfasern zum gemeinsamen Bündel vereinigen, ein Bündel her, welches die übrigen Fasern kreuzt, dann nach außen biegt und somit gerade unter die Zellschicht zu liegen kommt. Naturgemäß muss dieses Netzursprungsbündelchen beim Abtritt des Nerven in demselben corticalwärts zu liegen kommen.

Wir finden somit in diesem gegen das gewöhnliche Verhalten bei *Fissurella* absonderlichen Zustand alle Momente wieder, welche wir dort kennen lernten. Es waren nur jene Fasern direkten Ursprunges, welche aus der Zellschicht der inneren Seite stammten (Fig. 40 *zf*), zu vermissen, doch ist es immerhin möglich, dass diese Fasern in jenen kleinen Bündeln, die oben in den Nerven treten (*k*, *j*), zu finden sind. Das innere und das äußere Bündel der horizontalen Wurzel ist hier gleichfalls vorhanden und ich erkenne hauptsächlich in dem mächtigen inneren Theil desselben (Fig. 42, 52 *hw*) eine theilweise Ursache für die nach der äußeren Seite verschobenen Lagerung der vertikalen Wurzel. Der äußere Theil der horizontalen Wurzel ist weniger mächtig und lagert zwischen dem äußeren Zellursprungsbündel und dem Netzursprung der Wurzel (*m*).

Der *paarige Fußnerv*, den ich bei *Haliotis* und bei den *Trochiden* den oberen genannt hatte, zeigt in seiner Ursprungsweise nichts Besonderes. Er kann manchmal sehr stark sein (Fig. 22 *B*), worinnen ich eine bereits stattgehabte Vereinigung wenigstens zweier auf einander folgender Nerven erblicke, wie dieses, nach der in dem I. Theil dieser Arbeit gegebenen Darstellung, mit den Pedalkommissuren wirklich stellenweise der Fall ist. In anderen Fällen entspringt dieser Nerv mit doppelter Wurzel (Fig. 22 *A*, *uu*), wie auch

manchmal bei *Fissurella*. Diese zwei Wurzeln können öfter von beträchtlicher Dicke (Fig. 31 *B*) sein, aber nach erfolgtem Abtreten vereinen sie sich sofort mit einander (Fig. 31 *A*). Alles dies sind aber Momente, die auf beginnende oder stattgehabte Vereinigung dieser Nerven unter einander hinweisen und folglich mit der beginnenden Koncentration der Pedalstränge eng zusammenhängen. In dem schmächtigen Endtheile der Pedalstränge findet sich dieser Nerv in seiner ursprünglichen Form wieder (Fig. 39), wie denn, da hier durch die beginnende Koncentration noch keine Veränderungen eingetreten sind, der Pedalstrang seine ursprüngliche Form am besten gewahrt hat und in jeder Beziehung die größte Ähnlichkeit mit dem der *Chitonen* aufweist.

Der untere Pedalnerv tritt aus jedem Pedalstrange getrennt ab und lagert sich somit in keinem Falle der Pedalkommissur an wie bei *Fissurella*. Darum kann auch kein Unpaarsein vorgetäuscht werden. Er kann sich sofort nach seinem Abtritte in zwei dünne Äste theilen (Fig. 22 *in*). Die Pedalkommissuren verhalten sich betreffs ihres Ursprunges ganz wie bei *Fissurella*.

Ich möchte noch erwähnen, dass ich Anastomosen zwischen den oberen und unteren Pedalnerven tief in der Fußsohle öfter angetroffen habe, ein Verhalten, welches sehr an primäre Zustände erinnert und bei *Chitonen* häufig ist.

Wir wären nun bis zum Pleurocerebraltheile gelangt. Obgleich die Betrachtung des äußerlichen Verhaltens des Pleurocerebraltheiles in mir durchaus nicht den Gedanken erwecken konnte, als ob er bei *Fissurella* eine größere Koncentration erfahren hätte, als bei den zwei anderen Formen, so muss dieses nach dem Vergleich der Textur doch angenommen werden. Die Lateralfurche setzt sich, wie schon erwähnt, bei *Haliotis* und bei den *Trochiden* auch auf den Pleurocerebraltheil fort (Fig. 51 *lf*). Dadurch erhält der Pleurocerebraltheil im Querschnitte eine in seinen beiden Theilen dem Pedalstrange ähnliche Form. Ein Schnitt aus dem hinteren Theile (Fig. 51) zeigt oben jederseits eine Längsfurche (*h*, *h'*), welche nach innen zu die Grenze angiebt, bis wohin oben und innen die jederseitigen Pedalstränge reichen und wo das Verbindungsstück (*A*) seine Lage hat. Unten wird die Grenze nur durch die mediane Furche gekennzeichnet (*B*). Oben sieht man im Verbindungsstück den oberen Theil der vorderen Querfaserung (*vqf*); auf diese folgt eine Schicht, die wenig quergelegene Fasern und viel Netzsubstanz führt. Nach unten folgen abermals die Fasern der

Querfaserung (*vqf'*). Dieser Schnitt würde jenem in Fig. 25 bei *Fissurella* entsprechen. Gleich bei *Fissurella* entspringen hier noch Lateralnerven, welche in ihrer Ursprungsweise von dem hier beschriebenen Modus nicht abweichen. Der Mantelnerv selbst dokumentirt sich, was seine Ursprungsweise betrifft (*mn*), als ein sehr starker Lateralnerv und nur die Verlaufsrichtung der sehr mächtigen horizontalen Wurzel zeigt eine Verschiedenheit.

Obgleich die ersten oberen Fußnerven sehr mächtig sind (Fig. 51 *un*), so ist der Lateralkern doch nicht so stark entwickelt wie bei *Fissurella*. Einige Modifikationen direkter Zellenursprünge sind von untergeordneter Bedeutung.

Auf diesem Querschnitte erkennt man auch jenes median verlaufende unpaare Faserbündel, das bei *Fissurella* ausführlicher beschrieben wurde. Lateralwärts sind die hinteren Wurzeln der Commissura pleurocerebralis zu erkennen (Fig. 51 *x*, 62 *t*).

Ein Schnitt weiter vorwärts zeigt (Fig. 50), dass die jederseitigen oberen Furchen geschwunden sind, deren frühere Lage eine mächtigere Zellschicht erkennen lässt (*g*, *g'*). Die Querfaserung nimmt nach vorn allmählich ab (*vqf*). Dabei ist zu bemerken, dass die Querschnitte in unseren Abbildungen der Lage nach nicht ganz natürlich sind, da die äußeren Enden der jederseitigen Theile im Leben etwas nach oben zu gerichtet sich darstellen. Die Lateralfurche setzt sich nun allmählich nach vorn zu fort und trennt vor dem Beginne der vorderen Querfaserung (Fig. 49) den jederseitigen Theil in einen größeren oberen (*O*) und kleineren unteren Abschnitt (*U*). Aus dem größeren oberen Abschnitt entspringt, ganz ähnlich wie bei *Fissurella*, der Subradularnerv (*n.sr*).

Weiter nach vorn wird die Lateralfurche tiefer (Fig. 48 *lf*) und trennt allmählich den jederseitigen Pleurocerebraltheil in einen vollständig separirten oberen und einen kleineren unteren Abschnitt. Der obere ist die Anschwellung der Commissura pleurocerebralis (Fig. 47 *c.cpl*), die untere jene der Commissura cerebropedalis (*c.ped*).

Die Kommissur zum vorderen Eingeweideganglion tritt merkwürdigerweise primär aus dem oberen Theile der Anschwellung der Commissura pleurocerebralis ab (Fig. 48 *cv*) und musste somit bei *Fissurella* erst sekundär nach unten verschoben worden sein. Sie besitzt sowohl horizontale Faserbündel (*t*) als auch solche, die vertikal in sie einbiegen; in letztere treten Fasern direkten Zellursprunges aus der unteren Seite der Anschwellung der Commissura pleuro-

cerebralis ein (*r*). Die sonstigen Verhältnisse schließen sich jenen von *Fissurella* an.

Die Pleuralganglien zeigen nichts Besonderes, außer, dass sie bei diesen Formen länger und ihre Zellschichten dünner sind (Fig. 62). Zu erwähnen ist auch, dass aus den Pleuralganglien jeder Seite noch einige feine Nerven abtreten (Fig. 62 *n*, *n'*). Diese habe ich zur Zeit, da ich den ersten Theil dieser Arbeit schrieb, an Totalpräparaten noch nicht gekannt. Ihren Verlauf und Verbreitungsbezirk kenne ich nicht, so viel aber steht fest, dass sie bei *Fissurella* nicht vorkommen. Letzter Umstand scheint mir dafür zu sprechen, dass diese Nerven im Laufe der Phylogenie in die Pleuralkommissur einbezogen wurden und später aus dieser abtreten müssen. Da nun aus dieser Kommissur erst durch die Intestinalganglien Nerven abtreten, so wäre es möglich, dass diese Nerven bei *Haliotis* und den *Trochiden* Territorien am Vorderdarme, oder höchst wahrscheinlich im Peritoneum zu versorgen haben, deren Nerven bei *Fissurella* aus den Intestinalganglien abtreten.

Nach Abschluss der Beschreibung der Textur der Pedalstränge der *Haliotiden* und *Trochiden* glaube ich behaupten zu dürfen, dass der schon durch die vergleichende Betrachtung der äußeren Verhältnisse begründeten Auffassung, dass die Pedalstränge der *Haliotis* und *Trochiden* jüngere Verhältnisse darstellen, als jene der *Fissurella*, eine weitere Stütze geworden ist.

Die Cerebralganglien.

Die Cerebralganglien der *Fissurella* haben zwar während der Stammesentwicklung ebenfalls eine Koncentration erfahren, doch ist diese so unbedeutender Art, dass wir die Textur der Cerebralganglien unserer Rhipidoglossen zusammen erörtern können, wobei die Abweichungen erwähnt werden sollen. Zu allererst mögen die Beziehungen der Kommissuren der vorderen Eingeweideganglien (Buccalganglien autorum) zum Cerebralganglion besprochen werden.

Von den Autoren wird übereinstimmend angegeben, dass bei den Gasteropoden die Kommissur zu den vorderen Eingeweideganglien jederseits vom Cerebralganglion abtritt. Schon ältere Autoren stimmen darin überein, dass die vorderen Eingeweideganglien hauptsächlich den Vorderdarm mit Nerven zu versorgen haben. Mir selbst ist es gelungen für die *Prosobranchier* und *Chitonen* den Nachweis zu liefern, dass die Nerven der vorderen Eingeweideganglien nur den

Vorderdarm, dessen Drüsen und das Peritoneum innerviren. Die vorderen Eingeweideganglien bilden darum einen Theil des Eingeweidenervensystemes. Da nun weiter die hauptsächliche Innervirung der Eingeweide aus einem ganz anderen Centrum, ursprünglich aus dem Pleurocerebraltheile, geschieht, so schien es sonderbar, dass der Vorderdarm von den Cerebralganglien aus innervirt würde; dieses schien früheren Forschern aufgefallen zu sein. Bereits im ersten Theile wies ich jedoch darauf hin, dass die Kommissur zum vorderen Eingeweideganglion jederseits aus dem Pleurocerebraltheil entspringt und habe diese Ursprungsweise hier weiter erörtert. Dort wurde auch mitgetheilt, dass sie, wo sie auch scheinbar aus dem Cerebralganglion entspringt, mit diesem in Wirklichkeit histologisch nicht verbunden ist und dass dieser scheinbare Abtritt bei den *Trochiden* gar nicht stattfindet, indem dort die Kommissur dem Cerebralganglion fern bleibt[1]. Dieses hier weiter zu erörtern ist unsere Aufgabe.

Auf dieses Verhalten am Schlundringe höherer Gasteropoden kann hier nicht eingegangen werden; jedenfalls wird es aus dem der *Patellen* und *Rhipidoglossen* ableitbar sein.

Bei den Trochiden tritt diese Kommissur mit dem Cerebralganglion in keine weitere Beziehung; eine solche findet jedoch bei den Zeugobranchiern statt. Mit den *Trochiden* hatten wir somit hier nichts weiter zu thun; ferner sei noch bemerkt, dass dieses Verhältnis bei den *Haliotiden* in derselben Weise sich manifestirt wie bei *Fissurella*.

Führen wir einen tangentialen Längsschnitt so durch das Cerebralganglion (Fig. 70 *B*), dass er die gangliöse Verlängerung (*g*, woraus die Geschmacksnerven entspringen, in seiner ganzen Länge, jedoch stark lateralwärts, getroffen wird (Fig. 66), so erkennen wir Folgendes. Die Kommissur (*c.ip*) zum vorderen Eingeweideganglion tritt von oben und hinten mit den zwei anderen Kommissuren (*cp*, *pc*) in das Cerebralganglion. Sie durchsetzt das Cerebralganglion von oben nach unten; den Winkel, den dessen unterer Rand mit dem vorderen Rande der gangliösen Verlängerung (*g*) bildet, erreichend (*k*), tritt sie aus dem Cerebralganglion aus und begiebt sich (*c.im*) nach unten. Am unteren Ende der gangliösen Verlängerung tritt diese Kommissur lateralwärts in jene ein und verlässt etwas später diese an ihrem unteren Ende (*c.ia*). Die Kommissur begiebt sich von da an direkt zum vorderen Eingeweideganglion.

[1] Walter glaubt den Ursprung dieser Kommissur aus dem Pedalganglion bei *Limnaeus stagnalis* erwiesen zu haben und bildet ihn auch auf seiner Taf. IV Fig. 1 der citirten Arbeit ab.

Obgleich ich danach trachtete, so konnte ich doch keine Fasern in der das Cerebralganglion verlassenden Kommissur auffinden, welche aus dem Cerebralganglion entstanden wären, und bin somit der Ansicht, dass die Kommissurfasern das Cerebralganglion bloß durchsetzen. Eher schien es mir, dass Fasern aus der eintretenden Kommissur (*c.ip*) sich im Ganglion auflösten, doch ich habe hierüber nichts absolut Sicheres ermitteln können. Offen bleibt ferner die Frage, ob Fasern aus der gangliösen Verlängerung (*y*) beim Abtritt der Kommissur aus dieser mit ihr abgehen. Jedenfalls müsste, wenn dies stattfinden sollte, es als eine sekundäre Erscheinung aufgefasst werden, gleich der Einlagerung dieser Kommissur in das Cerebralganglion. Die *Trochiden* hätten dann ursprünglichere Verhältnisse gewahrt. Sollten aber hieraus wirklich Fasern mit der Kommissur abtreten, so werden diese das vordere Eingeweideganglion nicht erreichen, sondern, als dem Eingeweidenervensystem nicht angehörend früher schon aus der Kommissur treten.

Ein Schnitt, der nach innen von dem vorigen das Cerebralganglion weiter medianwärts getroffen hat (Fig. 67), zeigt uns den Eintritt der Commissura pleurocerebralis von *Fissurella*; diese Verhältnisse sind jedoch auch für die anderen zwei Formen die gleichen. Nachdem die Kommissur (*c*) das Ganglion erreicht hat, tritt sie in dasselbe ein. Die lateral in der Kommissur gelegenen Fasern treten in die Elemente der hier etwas dünneren Zellschicht ein (*kf*, *kf'*); es sind somit, wenn wir die Kommissur aus dem Ganglion abtretend denken, Fasern direkten Zellursprunges. Die mehr medianwärts gelegenen Fasern lösen sich in das centrale Nervennetz auf (*nf*, *nf'*). Gerade so verhält es sich mit der Commissura cerebropedalis (Fig. 68 *cpe*), welche median von der ersteren in das Cerebralganglion tritt. Beim Eintritt dieser zwei großen Kommissuren in das Ganglion liegen sie nicht knapp an einander, sondern werden an der Eintrittsstelle von einer Zellschicht getrennt, welche sich corticalwärts zwischen sie eingeschoben hat. Lateralwärts hat das Ganglion eine erhabenere Form (Fig. 67) und wird medianwärts etwas flacher (Fig. 68); da sich ferner die Zellschicht auf die Commissura cerebropedalis weiter fort erstreckt, so erscheint das Ganglion auf dem durch diese Kommissur geführten Längsschnitte länger als auf Schnitten, die die Commissura pleurocerebralis getroffen haben (Fig. 67).

Aus der höchsten Erhabenheit des Ganglion nach hinten zu tritt der Sehnerv ab (*sn*), hinter diesem der Fühlernerv (*fn*). In der gleichen Sagittalebene mit diesem Nerven tritt nach unten der innere

der zwei Kopfhautnerven ab; etwas lateralwärts von diesem wieder der andere Kopfhautnerv und aus der oberen Hälfte des Ganglions, weiter einwärts und vor dem Sehnerven, die drei Nerven der Buccalmuskulatur, wie dieses ja aus dem ersten Theile der Arbeit ersichtlich ist. Alle diese Nerven sind in ihrer Ursprungsweise einander gleich, ihre median gelegenen Fasern stammen aus dem Nervennetze, die corticalwärts im Ganglion gelegenen aus den Zellen der Ganglienzellschicht.

Von vorn entspringt aus dem Ganglion als dessen Verlängerung, in ganz gleicher Weise wie die anderen zwei Kommissuren, die Cerebralkommissur, welche die beiderseitigen Ganglien unter einander verbindet (Fig. 67, 68 *cc*).

Oberhalb dieser Kommissur und lateralwärts von ihr tritt der Rüsselnerv (Fig. 67) aus dem Ganglion. Bei *Haliotis* der Kommissur noch auf eine weite Strecke angelagert, entfernt er sich bei *Fissurella* und bei den *Trochiden* alsbald nach dem Abgange von der Kommissur; seine Fasern lagern medianwärts den Kommissuralfasern an und hauptsächlich diese Fasern sind es, die Netzursprünge aufweisen.

Auch im Cerebralganglion giebt es von der corticalen Zellschicht getrennte Kerne von Ganglienzellgruppen nicht. Wo die Zellschicht im Ganglion etwas dicker ist oder in der gangliösen Verlängerung (Fig. 66 *y*), wie in der Nähe der Nervenabtritte, ragt er stellenweise in das Nervennetz vor. Besonders dick ist die Zellschicht in der Nähe der Seh- und Fühlernerven (Fig. 67 *w*, Fig. 68 *ih*).

Da bei der Gedrängtheit des Ganglions viele centrale Faserbündel nach allen Richtungen das Nervennetz durchziehen, erscheint dasselbe nicht so deutlich wie im Fußstrange. Die Zelllage hat im Vergleich mit der des Pedalstranges und dessen Pleurocerebraltheil etwas Charakteristisches an sich. Zwar bleibt die Anordnung dieselbe und größere Zellen werden von kleineren nach außen und innen begrenzt, *doch finden sich jene großen birnförmigen und Dreieckzellen der Pedalstränge, insbesondere des Pleurocerebraltheiles hier nicht vor. Auch die größten Zellen erreichen nur die Größe der mittelgroßen Zellen im Pedalstrange* (Fig. 71). Sonst bleibt der Typus der Anordnung derselbe, nur findet man selten auch unter dem Neurilemm kleinere Längsbündel von Fasern (*fb*). Die Nervenhülle sendet besonders lange Fortsätze (*w*) zwischen die Zellschicht. Diese durchsetzen die Zellschicht und reichen auch tief in das nervöse Netz ein, wo sie stets blind endigen (Fig. 71). Der Nervenhülle liegt nach oben zu (Fig. 67, 68 *oh*) der hier besonders dicke äußere Überzug

auf, welcher durch seine Fortsätze das Ganglion an seine Nachbarschaft befestigt.

Wie schon mitgetheilt, habe ich die peripheren Ganglien des Nervensystemes nicht untersucht und so insbesondere jene des Eingeweidenervensystemes außer Acht gelassen. Die Struktur der Ganglien des Seitentasters sind bereits im ersten Theile kurz beschrieben und um zu zeigen, dass auch diese von dem Beschriebenen nicht wesentlich abweichen, möge hier abermals darauf kurz zurückzukommen erlaubt sein. In Fig. 65 habe ich den Längsschnitt eines solchen Ganglions abgebildet. Wir sehen hier, dass die corticalen Zellen unter einander anastomosiren und mit anderen Fortsätzen das centrale Nervennetz bilden; in anderen Fällen sind die Zellen dichter angeordnet und in ihrer Form etwas länglich. Gleich wie im Centralnervensysteme verhalten sich die ein- und austretenden Fasern (*nc.p*), wie auch die feinen Nerven (*as*).

Allgemeine Betrachtungen.

Hier möchte ich nur zwei Punkte erörtern und zwar erstens die Frage, wie weit wir heute berechtigt sind eine doppelte Ursprungsweise der Nerven im Thierreiche anzunehmen, und zweitens die Frage über die Entstehung der Ganglien aus einem primären Nervensysteme, wie der Fußstrang der Rhipidoglossen bei den Mollusken.

Die erste Frage würde mit jener: kommt ein Nervennetz allgemein vor, zusammenfallen. Was speciell die Wirbelthiere betrifft, glaube ich diese Frage erörtert zu haben; die doppelte Entstehungsweise der Nerven aus Ganglienzellen und dann aus dem Nervennetze hat in dem citirten Artikel J. Gerlach behauptet. Über die speciellen Ganglienkerne etc. des Gehirnes zu sprechen, steht mir hier nicht zu; direkte Ursprünge aus Ganglienzellen wurden aber bekanntlich mehrmals beobachtet. Es würde also nur bei den Wirbellosen die Frage zu besprechen sein. Was speciell die Mollusken betrifft, so haben wir gesehen, welche Unsicherheit auf diesem Gebiete herrschte und haben zugleich erörtert, dass Solbrig geneigt war, aus einer weiter nicht definirten Zwischensubstanz Nerven entstehen zu lassen. Ein centrales Netz, welches er freilich für bindegewebig

erklärt, behauptet kurz Stricker bei *Astacus* gesehen zu haben[1]. Dietl[2] fasst im Allgemeinen die Marksubstanz der Evertebraten als eine Leydig'sche Punktsubstanz auf, d. h. als eine solche, welche »mehr oder weniger netzartig-fibrillären Habitus repräsentirt«. Sie ist ein »unentwirrbares Netzwerk«, wie er sich ausdrückt. Dietl ist der Überzeugung, dass, wie dieses schon vorher Leydig aussprach, die Nervenstämme aus der Leydig'schen Punktsubstanz sich hervorbilden, und ein direkter Ursprung aus Ganglienzellen bei Wirbellosen gar nicht vorkomme. Für die Arthropoden drückt sich Claus[3] auf die Weise aus, dass die sog. Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen zum »Netzwerk der sogenannten Punktsubstanz auch bei den Arthropoden in gleicher Beziehung, wie bei den Vertebraten stehen«. Diese netzförmige Punktsubstanz fasst dann Claus, unrichtig zwar[4], als ein Kommunikationssystem der Ganglienzellen auf. Dass aber Claus keine direkte Beobachtung, sondern bloße Vermuthungen vorschwebten, erhellt daraus, dass er gleich nachher sagt »wahrscheinlich aber handelt es sich in der Punktmasse zum größeren Theile um eine bindegewebige, der Neuroglia der Vertebraten vergleichbare Substanz«. Jene Beobachtung Leydig's, dass die tieferliegenden Fibrillen der beiden Marksäulen in die retikuläre Punktsubstanz sich auflösen, konnte Claus nicht bestätigen. Kein Wunder also, dass Claus, nachdem er die Bedeutung des Netzwerkes nicht kannte (was ja wohl bei dem großen Umfang des in seiner citirten Arbeit behandelten Stoffes ihm kaum verübelt werden kann), den Ursprung der Nerven aus dem Nervennetze leugnet und Dietl gegenüber bloß einen direkten Ursprung der Nervenfasern aus Ganglienzellen, welche Ursprungsweise er bei *Phronima* öfter direkt beobachtete, behauptet. Es scheint mir also, dass diese zwei Autoren in diesem Punkte sich gegenseitig ergänzen, denn was der Eine nicht sah, sah der Andere, und dass beide in ihren positiven Befunden recht haben, leidet keinen Zweifel.

[1] l. c. [2] l. c. pag. 101.

[3] C. Claus, »Die Organisation der Phronimiden«. Arbeit. a. d. zoolog. Institute zu Wien. Bd. II. 1879 (pag. 45—49 d. Separatabdr.)

[4] Claus ist es ja selbst, der das Vorkommen unipolarer Zellen richtig bestreitet (l. c. pag. 47) und die Ähnlichkeit der Zellen mit den multipolaren der Wirbelthiere betont; es ist mir daher unverständlich, dass er direkte Anastomosen zwischen den Zellen nicht erkannt hat. Offenbar war des Autors Augenmerk nicht auf diese hier vielleicht weniger in die Augen fallende Verhältnisse gerichtet.

Andere mit dieser Frage sich beschäftigenden Arbeiten bei den Wirbellosen kenne ich nicht[1].

Für die Rhipidoglossen[2] *konnte in vorliegender Arbeit festgestellt werden, dass das Centralnervensystem, so wie auch die peripheren Ganglien aus randständigen Ganglienzellen und aus einem centralen Netze besteht, welches sich aus den Fortsätzen der Ganglienzellen konstruirt und an welchem das Neurilemm in keiner Weise sich betheiligt. Für die peripheren Nerven wurde mit aller Sicherheit erkannt, dass sie sowohl aus den Ganglienzellen, als auch aus dem Nervennetze entstehen können. Wenn nun bei komplicirten Nervensystemen, solchen, die phylogenetisch jüngere Verhältnisse vorstellen, wo bereits starke Koncentration und damit verbunden größere Länge der peripheren Nervenstämme sich vorfinden und dem zufolge auch die Nervenhülle, das Neurilemm, behufs fester Vereinigung beträchtlicher sich entfaltet hat, das Nervennetz, dessen Feinheit ja nach* Dietl *sehr beträchtlich schwanken kann*[3] *und möglicherweise bei jüngeren Formen sehr feinmaschig ist, auch nicht sofort kenntlich sein wird, so glaube ich es doch annehmen zu dürfen, da ich es für die untersuchten Thiere deutlich erkannt habe. Dass solche Hauptstrukturen wesentlichen Verschiedenheiten unterliegen, ist nicht glaubbar, da es sich mit der Nervenphysiologie nicht vereinen ließe. So nehme ich also keinen Anstand zu vermuthen, dass die Nerven überall doppelte Ursprungsweise besitzen.*

---

[1] So werthvoll Dr. H. Michels' Arbeit »Beschreibung des Nervensystems von Oryctes nasicornis im Larven-, Puppen- und Käferzustande«, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XXXIV, für die Beantwortung der Übergangsfrage der Gewebe der Puppen- und Larvenzustände in jene des geschlechtsreifen Käfers ist, und für das Nervensystem den Mangel eines histolytischen Processes nachweist, ist sie neurohistologisch von keinem allgemeinen Interesse. Nach Michels würde überhaupt im Centralnervensysteme der Coleopteren die Leydig'sche Punktsubstanz (recte Nervennetz) fehlen, und das Nervensystem bestünde nur aus Ganglienzellen und Nervenfaserbündeln mit bestimmtem Verlaufe; die Elemente dieser, die Einzelfasern, würden aber bloß aus den Ganglienzellen entstehen. Über den Ursprung jener drei Längsfaserbündel in jeder Hälfte des Bauchmarkes, welche die Nerven meistens verstärken helfen, aber direkt aus dem Gehirn, d. h. aus dem oberen Schlundganglion entspringen sollen, berichtet jedoch Michels, da er das obere Schlundganglion histologisch nicht untersucht hatte, nichts.

[2] So verhält es sich auch bei *Patella* und den Chitonen.

[3] Bei *Nemertinen*, wo ich das centrale Netz in letzter Zeit auch aufgefunden habe, findet sich knapp unter der Zellage ein weitmaschiges Netz vor, das nach innen zu in ein äußerst feines übergeht, welches an Feinheit das Nervennetz der genannten Mollusken weit übertrifft.

Die histologische Differenzirung der koncentrirten Ganglien der Mollusken aus den primären Formen des Nervensystemes der niederen Gasteropoden verdient, unter Anknüpfung an die frühere Frage, einige Berücksichtigung. Die Autoren, welche über die Textur des Schlundringes höherer Gasteropoden geschrieben haben, wie Solbrig und Buchholz, finden die meisten Ganglienzellen, und insbesondere die größeren, unipolar. Der abgehende starke Fortsatz erhält sich dann entweder ungetheilt fort, und wird, wie ich hinzufügen möchte, zum direkten Nervenfaserursprunge, oder er theilt sich alsbald nach seinem Abgange in mehrere stärkere Äste. Wenn wir vom Kernkörperfortsatze absehen wollen, so sind es nur wenige und nur die kleineren Zellen, die aus dem Zellleibe abtretende Fortsätze in größerer Zahl aufwiesen. Es scheint mir somit sicher zu sein, dass Anastomosen in der Weise, wie bei den Rhipidoglossen nach außen zu zwischen den Zellen nicht immer stattfinden können. Georg Walter ist aber weiter der Nachweis gelungen (welche Entdeckung aber sonderbarerweise von den späteren Autoren nicht gehörige Würdigung erfuhr), dass diese scheinbar unipolaren Zellen nach unten zu mit anderen kleineren Zellen nervöser Art anastomosiren, die multipolar theils unter einander sich verbinden, theils feinere Äste in das Centrum senden[1].

Somit scheint bei den Formen mit ausgesprochenen gedrängten Ganglien ein Vorgang stattgefunden zu haben, welcher sich darin manifestirt, dass die größeren Zellen sich nach außen zu in der Zelllage gruppiren, von welcher Anordnung Ludw. Böhmig berichtet. *Ihre Fortsätze haben sich nach unten verschoben und ihre Anastomosen finden dann hier unten theils unter einander, theils mit kleineren Zellen statt.* Andererseits haben sehr natürlich auch andere Differenzirungen stattgefunden, die aus Böhmig's Arbeit ersichtlich sind.

Nachtrag.

Lange nachdem ich das Manuskript vorliegender Arbeit absandte, lernte ich Fr. Leydig's neulich erschienene Abhandlung[2] kennen. Da ich den diesbezüglichen Theil der Abhandlung nun im Texte nicht mehr berücksichtigen konnte, will ich ihn hier nachträglich

[1] l. c. Taf. III Fig. 14, 15.

[2] Fr. Leydig, »Zelle und Gewebe, neue Beiträge zur Histologie des Thierkörpers«. Bonn 1885 (bei Emil Strauss).

um so mehr besprechen, als darin auch Einiges über das centrale Nervennetz mit enthalten ist.

Leydig hat dieses Nervennetz gleichfalls sowohl bei Wirbellosen als Vertebraten gesehen und die graue Substanz des Centralnervensystemes der letzteren mit dem von ihm als Punktsubstanz bezeichneten Theile des Nervensystemes der höheren Wirbellosen für identisch erklärt. Von Leydig's sonderbarem Standpunkte aus betrachtet, soll jedoch dieses Netzwerk ein bindegewebiges sein[1], wie es Stricker zu finden glaubte, und der Unterschied zwischen Leydig's und Stricker's Betrachtungen ist nur der, dass, während Letzterer der heutigen Zellenlehre gegenüber durchaus in Kenntnis und Übereinstimmung steht und lediglich gegen die begrenzte Abstammung der Gewebe aus den drei embryonalen Blättern sich vergeht, Ersterer dieses nicht thut. Als sonderbar muss man es jedenfalls erklären, dass, während Stricker und Unger das in Rede stehende Netz für ein Übergangsgewebe zwischen Binde- und Nervengewebe erklärt, Leydig in seinen Auseinandersetzungen konsequent bleibt und die Ganglienzelle unbedingt für nervös und bindegewebig zugleich erklärt, denn während das Spongioplasma (Protoplasma Kupffer's) bindegewebiger Natur sein soll, ist sein Hyaloplasma (Paraplasma Kupffer's) die »höher wirkende Substanz«, das Nervöse[2].

Ich möchte nun die diesbezüglichen Kapitel aus der Leydig-schen Arbeit völlig sachlich und ohne weitere Bemerkungen besprechen, um dem sachkundigen Leser das weitere Urtheil zu überlassen.

Leydig hat schon früher[3] seine Punktsubstanz so definirt, dass sie einen »netz- *oder* geflechtartig gestrickten Charakter« habe und im Nervensysteme eine centrale Lage einnehme. Die peripher gelegenen Ganglienzellen mengen ihre Fortsätze dieser Substanz bei, aus welcher periphere Nerven hervorgehen. Nachdem er mit stärkeren Vergrößerungen seine Untersuchungen fortsetzte, bestätigt heute Leydig seine früher gemachten Beobachtungen nicht nur, sondern führt sie auch weiter aus. Er findet, dass dieses centrale Netz im Nervensysteme die Fortsetzung des in der Ganglienzelle sich findenden Gerüstes ist, welches von Kupffer als Protoplasma des Zellleibes und von Leydig Spongioplasma genannt wird. Leydig sagt

[1] l. c. pag. 189.
[2] l. c. pag. 189.
[3] »Bau des thierischen Körpers« 1864.

ausdrücklich: »Aus den bisher vorgelegten Beobachtungen erhellt, dass die »Punktmasse« der grauen Substanz eigentlich das zusammengeflossene Netzwerk vieler Zellen ist, deren Kerne innerhalb lichter Höhlungen des Schwammwerkes liegen[1].« Dieses feine Netz würde sich dann auch im Centralnervensystem der Wirbelthiere mit den Wänden der Blutgefäße verbinden[2].

Die Maschenräume dieses feinfädigen Netzwerkes sollen von einer homogenen Materie ausgefüllt sein, welche die Fortsetzung der homogenen Masse im Leibe der Ganglienzellen, des Hyaloplasmas selbst, sein soll.

Über den Ursprung der Nerven aus der centralen Punktsubstanz sagt Leydig Folgendes: »Wo nun Nervenursprünge gesetzt sind, ordnet sich das Balkenwerk zu Längsstreifen, die zwischen sich die homogene Grundsubstanz eben so aufnehmen, als es in dem sich durchkreuzenden Maschenwerk geschehen war. Feinste Zäckchen an den Streifen weisen noch immer darauf hin, dass das Fachwerk, welches jetzt die eigentliche Nervensubstanz (Hyaloplasma oder Kupffer's Paraplasma nach Leydig, H.) aufgenommen hat, einfach Fortsetzung und Umbildung des schwammigen Protoplasmas (Protoplasma Kupffer's) ist[3].« Diese Verhältnisse werden dann durch eine beigegebene Abbildung aus dem Gehirne einer Ameise illustrirt.

Fassen wir Leydig's Resultate kurz zusammen, so ergiebt sich, dass die centrale Punktsubstanz oder die graue Substanz der Wirbelthiere ein feines Netzwerk vorstellt, dessen Maschenräume von einer homogenen Masse ausgefüllt werden. Das Netzwerk hängt mit dem »Netzwerke« innerhalb der Ganglienzellen, mit dem Spongioplasma (Protoplasma Kupffer's) zusammen[4], während die hyaline Masse

---

[1] l. c. pag. 180.

[2] l. c. pag. 181.

[3] l. c. pag. 174.

[4] Dass es sich im centralen Nervennetze um die Auflösung der Fortsätze der Ganglienzellen, also um die Fortsetzung des ganzen Zellleibes des Protoplasmas Kupffer's, wie des Paraplasmas Kupffer's und nicht um die Fortsetzung des alleinigen Protoplasmas Kupffer's handelt, bedarf keines weiteren Beweises. Ganz ähnlich verhalten sich wohl die direkten Verbindungen unter Ganglienzellen. Ganz anders verhält es sich mit den Verbindungen benachbarter Zellen durch die Intercellularsubstanz in der Malpighi'schen Keimschicht, der Epidermis, der Membrana descementii etc. bei den Thieren, wo, gleich wie auch bei den Pflanzen, diese Verbindungen (s. darüber u. A. E. Tangl, »Zur Lehre von der Kontinuität des Protoplasmas im Pflanzengewebe« Sitzungsberichte d. Akad. der Wissenschaft. in Wien. Bd. XC. Abth. I. 1884) durch das Protoplasma

nichts Geringeres ist, als die Fortsetzung des Hyaloplasmas (Paraplasma Kupffer's) der Ganglienzellen und somit mit letzterem identisch ist.

Eben so wie in der Zelle, glaubt Leydig auch im centralen Nervensystem, im Gehirn und Rückenmark, wo nach ihm die Zellen »nach allen Richtungen völlig verschmolzen« sind, »so dass ihr Spongioplasma ein ununterbrochen zusammenhängendes Netz erzeugt«[1], also auch in der Punktsubstanz, dass das Hyaloplasma das wirklich biologisch Wichtige ist und in der Punktsubstanz wie in der Nervenfaser das echt Nervöse vorstellt, während das »Netzwerk der grauen Substanz zum Bindegewebe gehört«[2].

Führt man nun Leydig's Spekulationen (die sich auf wohlbegründete Beobachtungen stützen sollen) weiter aus, so wird sich folgende Konsequenz ergeben, welche allerdings Leydig weiter nicht berücksichtigt:

1) Das Netz in der Punktsubstanz ist identisch mit dem Spongioplasma (Protoplasma Kupffer's) im Zellleibe. Die zwischen den Maschen des Netzes gelegene hyaline Materie ist abermals identisch mit dem Hyaloplasma (Paraplasma Kupffer's) in der Ganglienzelle (nach L.).

2) Das Netzwerk der Punktsubstanz etc. ist aber bindegewebiger Art und nur das Hyaloplasma nervöser Natur (nach L.),

woraus folgt,

3) dass die Ganglienzelle gleich nervöse wie bindegewebige Theile in sich schließt!!

Wie würde es sich dann aber in den anderen Zellen verhalten? Darauf wird Leydig, der die ganze Zellenlehre reformiren resp. über den Haufen zu werfen beabsichtigt, die Antwort uns gewiss nicht schuldig bleiben.

Kupffer's hergestellt werden (s. d. Flemming, »Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung«. 1882 Leipzig, F. C. W. Vogel).

[1] l. c. pag. 188.

[2] l. c. pag. 189.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

Ganglienzellen aus den Pedalsträngen (Vergr. Imm. XI. 2. Reichert).

Fig. 1. *Fissurella.* *a* große birnförmige Zelle, mit zwei kleineren Zellen anastomosirend, *b* unipolare Zelle, in welcher, wie im Leben, die Pigmentkügelchen unversehrt oberflächlich gelegen sind. *c* bipolare Zelle mit einem mächtigen bandförmigen und einem schmalen Fortsatze.

Fig. 2. *Fiss.* Multipolare, kleine, sog. Centralzelle.

Fig. 3. *Fiss.* Große Dreieckzelle.

Fig. 4. *Fiss.* Große birnförmige Zelle, mit Netz-, Verbindungs- und Stammfortsatze.

Fig. 5. *Fiss.* Zelle, deren dünnerer Fortsatz mit einem andern einer anderen Zelle (?) sich einigend zu einem Nervenfaden wird.

Fig. 6. Zwei Zellen, deren Hauptfortsätze sich zu einer varicös gewordenen Nervenfaser vereinigen.

Fig. 7. Vier Ganglienzellen, von denen die zwei größeren (kleinere Dreieckzellen) sich mit den vertikalwärts gelegenen zwei kleinen verbinden; ihr unterer Fortsatz wird zum Netzfortsatze. Aus dem Kernkörper jeder Zelle tritt noch je ein dünner Fortsatz centralwärts aus einem Schnittpräparate).

Fig. 8. Große birnförmige Zelle mit nach außen zerrissener bindegewebiger Umhüllung. Ein Kern- und Zellfortsatz vorhanden, von welchem der letztere zum Netzfortsatz wird (aus einem Schnittpräparate).

Fig. 9. Runde multipolare Zellen.

Fig. 10. Isolirte Kernmembran.

Fig. 11. *Turbo.* *a* Dreieckzelle, *b* unipolare Zelle.

Fig. 12. *Turbo.* Nervenbündel aus einem Nerven des vorderen Eingeweideganglions (in Glycerin, frisch).

Tafel XVIII.

Fig. 13. *Fissurella.* Längsschnitt aus dem oberen, dorsalen Theile des Pedalstranges unweit der vorderen Querfaserung. Die Nervenhülle schickt Fortsätze aus, welche die Ganglienzellen sackartig umhüllen; bei *a* hat sich der geschrumpfte Zellleib etwas zurückgezogen, wodurch oben der Sackhals zum Vorschein kommt; bei *b* ist der Zellleib so

wie seine Umhüllung zerrissen; *c* hüllenlose innere Zelle. (Vergr. XI. Imm. 2 Rcht.)

Fig. 14. *Fiss.* Aus einem Schnittpräparate des Pedalstranges. *nh* Nervenhülle; *f* dessen Fortsatz, für mehrere Ganglienzellen Umhüllungen abgebend. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 15. *Fiss.* Isolirte Stücke aus der Hülle der Pedalstränge. *a* mit Nervenhüllenfortsatz; bei *b* ist der Fortsatz am Grunde abgerissen. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 16. *Fiss.* Sehr dünner Schnitt aus der Mitte des Pedalstranges. Eine Nervenprimitivfaser konstruirt sich aus dem nervösen Netze an dessen Bildung eine kleine Centralzelle direkt Theil nimmt. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 17. *Fiss.* Der centrale Ursprung des Subradularnerven *a*, dessen Fasern sich hier ausschließlich aus dem centralen Nervennetz bilden, enthält eine Faser *b*, welche sich aus zwei Stammfortsätzen zweier Zellen *c*, *d* aus der Spitze des Lateralkernes sich bildete. Dieser Nervenfaser gesellt sich noch eine andere *e* an. (Vergr. Hartnack 8 Oc. 4.)

Fig. 18. *Fiss.* Querschnitt durch die untere Hälfte des Pedalstranges einer Pedalkommissur, *com* treffend; *n* Wurzel desselben, welche auf einem vorhergegangenen Schnitt als aus direkten Zellursprüngen gebildet erkannt wurde, *v* ein Theil der Netzwurzel, direkte Ursprünge von der entgegengesetzten Seite aufnehmend, *v'* Netzwurzel, bei *p* sind Fasern quergetroffen, die sich zur inneren Wurzel der Kommissur gesellen, *f* ein Faserbündel, innere Kommissur bildend, die die Zellschichten der beiden entgegengesetzten Seiten mit einander verbindet. (Vergr. Hartnack 8 Oc. 2.)

Fig. 19. *Fiss.* Pleurocerebraltheil des Nervensystemes, an welchem die Richtungen bezeichnet sind, in welchen die folgenden Schnitte geführt wurden und zwar: *I* = Fig. 23, *II* = Fig. 24, *III* = Fig. 25, *IV* = Fig. 26, *V* = Fig. 27, *VI* = Fig. 33, *VII* = Fig. 32.

Fig. 20. *Fiss.* Querschnitt durch den oberen Theil der Wurzel des oberen Pedalnerven, *n* Nerv, *f* Wurzelnetz, aus dem sich Fasern des Nerven konstruiren und welches andererseits durch die Auflösung centraler Fasern *y* sich bildete, *l* Längsfasern der Nervenwurzel. (Vergr. Hartnack 8. 2.)

Fig. 21. *Fiss.* Aus der Rinde des hinteren Theiles des Pedalstranges. Die Nervenhülle *h* schickt einen stärkeren Fortsatz zwischen die Ganglienzellen, dessen einer Schenkel zur Zellhülle wird. (Vergr. Hartn. 8. 4.)

Fig. 22. *Turbo.* Querschnitt durch den hinteren Theil des Pedalstranges. *A* links, *B* rechts, *com* Pedalkommissur, der innere Nerv *un* links doppelt abtretend (schwach vergrößert).

Tafel XIX.

Gezeichnet mit der Camera.

Fig. 23. *Fiss.* Querschnitt aus der Anschwellung der Commissura cerebropedalis (Fig. 19 *I*). *a* außen, *o* oben, *na* Hörnerv. (Vergr. Reichert 4. 2.)

Fig. 24. *Fiss.* Schief geführter Querschnitt aus dem Pleurocerebraltheil (Fig. 19 *II*) die Otocysten *oc* durchschneidend. *b* die Gehörorgane umhüllendes Bindegewebe, *rec* rechter Subradularnerv, *nu* Netzursprünge desselben, *u* Netzursprung, enthält lateralwärts auch Zellursprünge, *nu'* Längsfasern von Netzursprüngen, *k* Längsfasern von Zellursprüngen von der an der inneren, oberen Seite des Nerven gelegenen Zellschicht; sie biegen dann von unten nach oben und außen, wie in dieser Abbildung, und treten in den Nerven von hinten nach vorn. — Auf der linken Seite ist die Stelle getroffen, wo die Kommissuralanschwellung sich in seine obere und untere Portion theilt. *A* Wurzel der Comm. cerebropleuralis, *w* mittelständiger Zellkern, *kf* hauptsächlich Zellfasern, *nf*, *nf'* Netzfasern, wovon *nf* seinen Ursprung noch vom unteren Theile *B* nimmt, *w'* Nervenzellschicht zwischen den zwei Anschwellungen, *y* innere Kommissur, Anastomose. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 25. *Fiss.* Querschnitt über die Pleuralganglien (Fig. 19 *III*) wobei aber das Präparat umgekehrt wurde, *L* links, *R* rechts, *vqf* vordere Fasern der vorderen Querfaserung, bei *kf* nur Zellursprünge, *mz* vom vorderen, mittleren Rande in die Netzmasse reichende Ganglienzellenlage, *nu* von hinten nach vorn in die Kommissuren reichende Längsfasern, *ond* rechter Mantelnerv, *ons* ein linker, oberer Pedalnerv, *Lk* Lateralkern, *f.un* Fasern in demselben als Längswurzeln der unteren Pedalnerven *un*, *t* Zellen, die hauptsächlich zum Ursprunge des Mantelnerven dienen. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 26. *Fiss.* Querschnitt, die Pedalganglien treffend (Fig. 19 *IV*). *lpg* linkes Pleuralganglion, *fu* Netzursprung, *w* mediane Zellgruppe, nach oben zu Fasern direkten Zellursprunges in die Kommissuren sendend, bei *d* ist die dorsale Wand ausschließlich von Ganglienzellen gebildet, während bei *d'* auch Fasermasse liegt, *vqf* vordere Querfaserung, *ma'* Längsfasern, *nu* Längsfasern, die sich in die Anschwellungen der Kommissuren zum Cerebralganglion begeben, *ns* oberer Pedalnerv, *lk* Lateralkern, *un* unterer Pedalnerv, *f.un* dessen Längsfasern, *rpg* rechtes Pleuralganglion.

Fig. 27. *Fiss.* Querschnitt hinter dem Pleuralganglion (Fig. 19 *V*). *vqf* vordere Querfaserung, *u* Längsfasern für den oberen Pedalnerven. Sonst wie zuvor.

Fig. 28. *Fiss.* Der Hülle der Pedalstränge aufliegendes Bindegewebe. *s* Gefäßlücke, *f* Fasernetz, *pz* Plasmazellen. (Vergr. Hartnack 8. 3.)

Fig. 29. *Fiss.* Bindegewebe, wie es sich um die Otocysten und in der Gegend um diese herum vorfindet. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 30. *Turbo.* Bindegewebe, wie es sich um die Pedalstränge vorfindet. (Vergr. wie zuvor.)

Fig. 31. *Turbo.* Querschnitt durch den hinteren Abschnitt des Pedalstranges *B*, *lf* Lateralfurche, *a*, *a'* doppelter Ursprung der unteren äußeren Pedalnerven, dessen Fortsetzungen sich jedoch in *A* vereinen schwach vergr.).

Tafel XX.

Fig. 32. *Fiss.* Längsschnitt vom Pleurocerebraltheil, unterhalb und innen von den Pleuralganglien (Fig. 19 *VI*). *Cpe* Cerebropedalkommissur, *Plc* Pleurocerebralkommissur, *lk*, *lk'*, *lk''* Ende des Lateralkernes an der Spaltungsstelle, *r* Längsfasern für die Cerebropedalkommissur, eben so *t*, *um* erster, unterer Pedalnerv, *y* Kreuzungsstelle von Längsfasern, *vqf* vordere Querfasern, *m* Bindegewebslage, *le* Epithel der sekundären Leibeshöhle.

Fig. 33. *Fiss.* Dieser Schnitt liegt lateralwärts vom vorigen (Fig. 19 *VII*). *B* Ursprung der Kommissur zu den vorderen Eingeweideganglien, *P* Pedalstrang, *lf* Zell-, *nf* Netzfaserursprung für das Längsbündel *n*, *n'*, *n''*, *n'''* dessen Verästelungen, *m* Zellursprung. Sonst wie zuvor.

Fig. 34. *Fiss.* Dieser Schnitt ist lateral vom vorigen geführt. *v* Mediankern.

Fig. 35. *Fiss.* Dieselbe Stelle von einem anderen Individuum (s. Text).

Fig. 36. *Fiss.* Die Stelle bei *n''*, *n'''* in Fig. 34, stärker vergrößert. (8. 3. Hartnack.)

Fig. 37. *Fiss.* Dieser Schnitt liegt mehr lateral von dem der vorigen Abbildung. (Vergr. dieselbe.)

Fig. 38. *Turbo.* Querschnitt vom hinteren Abschnitte des Pedalstranges. *lf* Lateralfurche, *an* äußerer, unterer Pedalnerv, *an'* innerer, unterer Pedalnerv. (Schwach vergr.)

Fig. 39. *Turbo.* Dasselbe vom Endtheile, *on* oberer Nerv. (Sonst wie zuvor.)

Tafel XXI.

Fig. 40. *Fiss.* Querschnitt durch den Pedalstrang. *on* oberer, *un* unterer Pedalnerv, *lf* Lateralfurche, *nf* Netzfaserursprung, *zf*, *zf'* Zellfaserursprung, *l*, *l'* Längsfasern der Wurzel des oberen Nerven. (Vergr. Reich. 6. 3.)

Fig. 41. *Fiss.* Querschnitt durch den Pedalstrang. Der obere Nerv *on*, entspringt mit einer inneren *in*, und einer äußeren *au* Wurzel.

Fig. 42. *Turbo.* Ist Fig. 52, oben nur stärker vergrößert. *o* oben, *u* unten, *fw* Netzursprung, *zf* Zellursprung, *ns* oberer Nerv. (S. Text. Vergr. Reich. 6. 3.)

Fig. 43. *Fiss.* Querschnitt. Dreifacher Ursprung des unteren Pedalnerven *r*, *c* Pedalkommissur.

Fig. 44. *Fiss.* Aus dem vorderen medianen Kern. *w* obere, in das centrale Nervennetz sich auflösende Fasern, *c* Fasern der vorderen Querfaserung. (Vergr. Reich. 8. 3.)

Fig. 45. *Fiss.* Die Kreuzungsstelle *y*, in Fig. 32 stärker vergrößert. (Reich. 6, 3.) *lk*, *lk'* Enden des Lateralkernes, *z* Zellfasern, *x* Netzfasern für die Comm. cerebropedalis, *nh* Nervenhülle, *ad* Spaltstelle (s. Text).

Fig. 46. *Turbo.* Aus der Rinde des Pleurocerebraltheiles. (Vergr. Hartnack 8. 3.)

Tafel XXII.

Fig. 47. *Turbo.* *cv* Kommissur zum vorderen Eingeweideganglion, *c.ped* Comm. cerebropedalis, *c.cpl* Comm. cerebropleuralis.

Fig. 48. *Turbo.* Dieser Schnitt folgt auf den vorigen nach hinten zu. *lf* Lateralfurche, *r* Zellfasern, *t* Längsfasern, *y* theilweise Zellfasern, theilweise Netzfasern der Kommissur zu den vorderen Eingeweideganglien. (Sonst wie zuvor.)

Fig. 49. *Turbo.* Schnitt folgt auf den vorigen. *oc* Otocysten, *bg* Bindegewebe, *F* Fuß, *mbs* medianer Blutsinus, *n.sr* Subradularnerv, *zf* dessen Zellfasern, *nf* dessen gemischte Wurzel, *lf* Lateralfurche, *l* Nervenlängsfasern für die Comm. cerebropleuralis.

Fig. 50. *Turbo.* Schnitt folgt auf den vorigen. *w* mittlere Zellschicht, *g*, *g'* seitliche Zellschichten, *lf* Lateralfurche.

Fig. 51. *Turbo.* Querschnitt hinter den Pleuralganglien. *vqf* vordere Querfaserung, *on* oberer Pedalnerv, *f* dessen Längsfasern, *r* innere Kommissuralfasern, *v* Zellfasern für den oberen Pedalnerv, *lf* Lateralfurche, *em* erster oberer Pedalnerv, *y* dessen Längsfasern.

Fig. 52. *Turbo.* Querschnitt durch den vorderen Abschnitt des Pedalstranges. *on* oberer Nerv (s. Fig. 42), *k* Kreuzung, *Lf* Lateralfurche, *un*, *un'* unterer Nerv, *bg* den Pedalstrang umhüllendes Bindegewebe, *m* Fußmuskulatur.

Fig. 53. *Fiss.* Querschnitt durch den Pedalstrang, eine Pedalkommissur *c* und einen unteren inneren Nerven *n* treffend, *fu* Längsfasern desselben, *zu* zwei Zellfasern, *fu'* Netzfasern, *l* Längsfasern, als Wurzel für einen getheilten Ursprung eines äußeren, unteren Pedalnerven.

Fig. 54. *Fiss.* Querschnitt durch eine Pedalkommissur *c* mit zwei angelagerten *r* rechten und *l* linken inneren unteren Pedalnerven.

Tafel XXIII.

Fig. 55. *Fiss.* Querschnitt aus dem Pedalstrange. *lf* Lateralfurche, *on* oberer Nerv, *p* Längsfasern desselben, *n* Zellfasern, *un* unterer Nerv median durchschnitten mit ausschließlich Netzfaserursprüngen.

Fig. 56. *Turbo.* Querschnitt aus dem dorso-medialen Abschnitte des Cerebropleuraltheiles. *g* Nervenhülle, *or* Schicht der randständigen multipolaren Zellen, *A* Dreieckzellen, *B* unipolare Zellen, *f* Nervenfasern. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Fig. 57. *Turbo.* Dasselbe aus einer anderen Stelle.

Fig. 58. *Turbo.* Querschnitt aus einer dreieckzellenlosen Stelle.

Fig. 59. *Fiss.* Längsschnitt aus der Spitze des Lateralkernes, *A* außen, *I* innen, s. Text. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Fig. 60. *Turbo.* Querschnitt oberhalb des Lateralkernes aus dem corticalen Theil des hinteren Pedalstranges. *pr* Plasmazellen, *b* Fortsatz der Nervenhülle. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Fig. 61. *Haliotis.* Profilansicht des Pleurocerebraltheiles, die Richtung angebend, in welcher der Horizontalschnitt geführt wurde.

Fig. 62. *lpg* linkes, *rpg* rechtes Pleuralganglion, *zw* Zwischenstück, *rp* rechter, *lp* linker Fußstrang, *t* Faserzug, aus dem rechten Fußstrange in die vordere Querfaserung einbiegend, *n n'* vom Pleuralganglion in das Peritoneum tretende Nerven, *n*, *n* Zellfaserursprünge.

Fig. 63. *Haliotis*. Aus dem, das Centralnervensystem über der Nervenhülle umhüllende Bindegewebe. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Fig. 64. *Haliotis*. Epithel der sekundären Leibeshöhle. (Vergr. Reich. 6. 3.)

Fig. 65. *Fiss*. Längsschnitt durch das Ganglion eines Seitenorganes. *nc* centrales, *pc* peripheres Ende. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Tafel XXIV.

Fig. 66. *Haliotis*. Längsschnitt durch das Cerebralganglion *G*, und Geschmacksfortsatz desselben *y* (Fig. 70 *B*), *pz* Comm. pleurocerebralis, *cp* Comm. cerebropedalis, *cip* Komm. zu dem vorderen Eingeweideganglion, *k* dessen intercerebraler Faserzug, *cim* dessen freies Stück, *cia* dessen Endtheil, *f* Ursprung der Geschmacksnerven, *sn* Sehnerv, *tn* Tastnerv. (Vergr. Reich. 4. 3.)

Fig. 67. *Fiss*. Längsschnitt durch das Cerebralganglion. *c* Pleurocerebralkommissur, *kf* dessen Zellfasern, *nf* dessen Netzfasern, *tn* Ursprung des Tastnerven, *sn* dessgleichen des Sehnerven, *khn* Ursprung des Kopfhautnerven, *cc* Cerebralkommissur, *rn* Rüsselnerv (Fig. 70 *C*).

Fig. 68. *Fiss*. Gleich dem vorigen, doch mehr medianwärts geführt (Fig. 70 *A*). *ah* Bindegewebsüberzug, *w*, *w'* innere Anastomosen, *q* Querfaserbündel.

Fig. 69. *Fiss*. Das Cerebralganglion umhüllende Bindegewebe. *r* Nerv, *bz* Plasmazelle. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Fig. 70. Cerebralganglion, bezieht sich auf die vorigen Figuren.

Fig. 71. *Fiss*. Längsschnitt aus einem corticalen Theile des Cerebralganglions. *fb* corticales Faserbündel, *w* Fortsatz der Nervenhülle, *n* Längsfasern. (Vergr. Hartn. 8. 3.)

Fig. 72. Schema der Ursprungsterritorien der Nerven und Kommissur aus dem Pedalstrange. Blau, Lateralnerv; roth, paariger Pedalnerv; schwarz, unterer Pedalnerv; braun, Kommissur.

Fig 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6
Fig 7
Fig 8
Fig 9
Fig 10
Fig 11
Fig 12

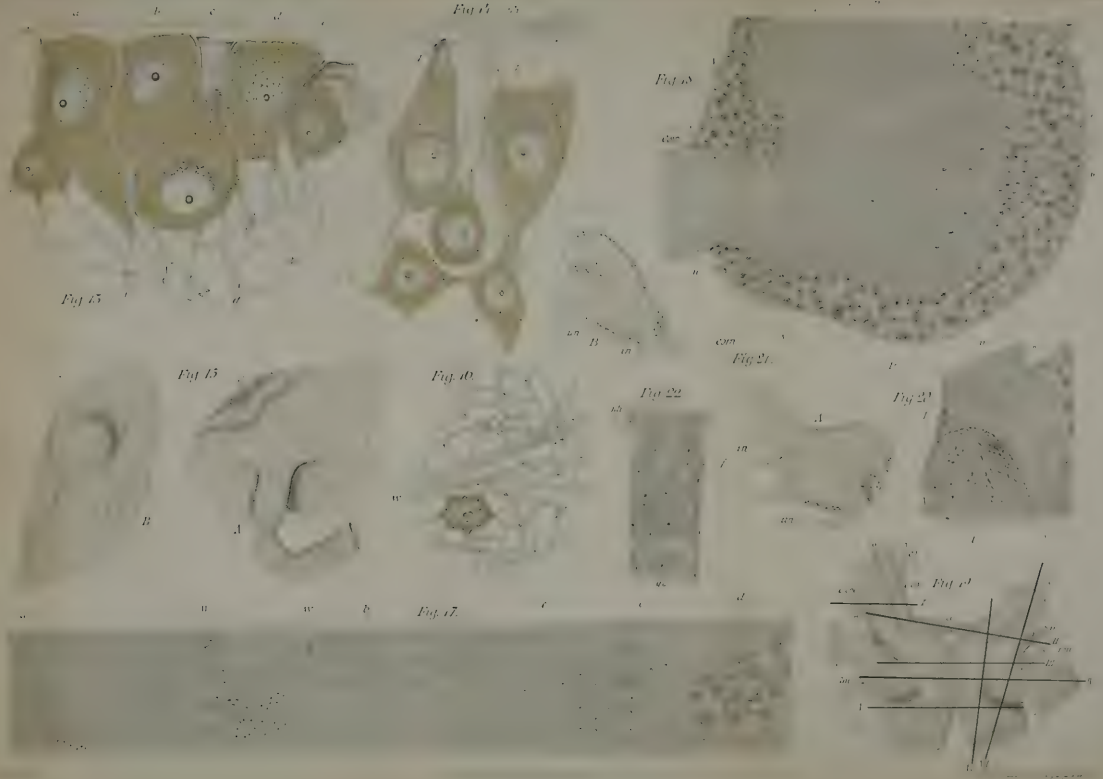


Fig 15
Fig 16
Fig 17
Fig 18
Fig 19
Fig 20
Fig 21
Fig 22
Fig 23
Fig 24

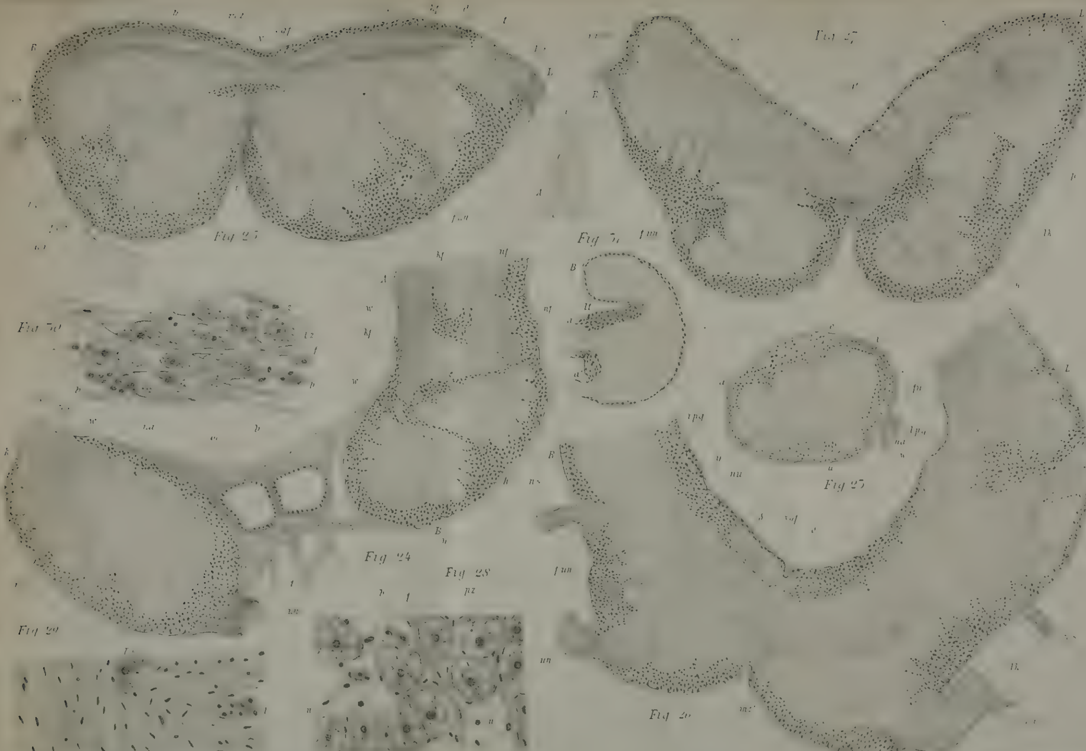
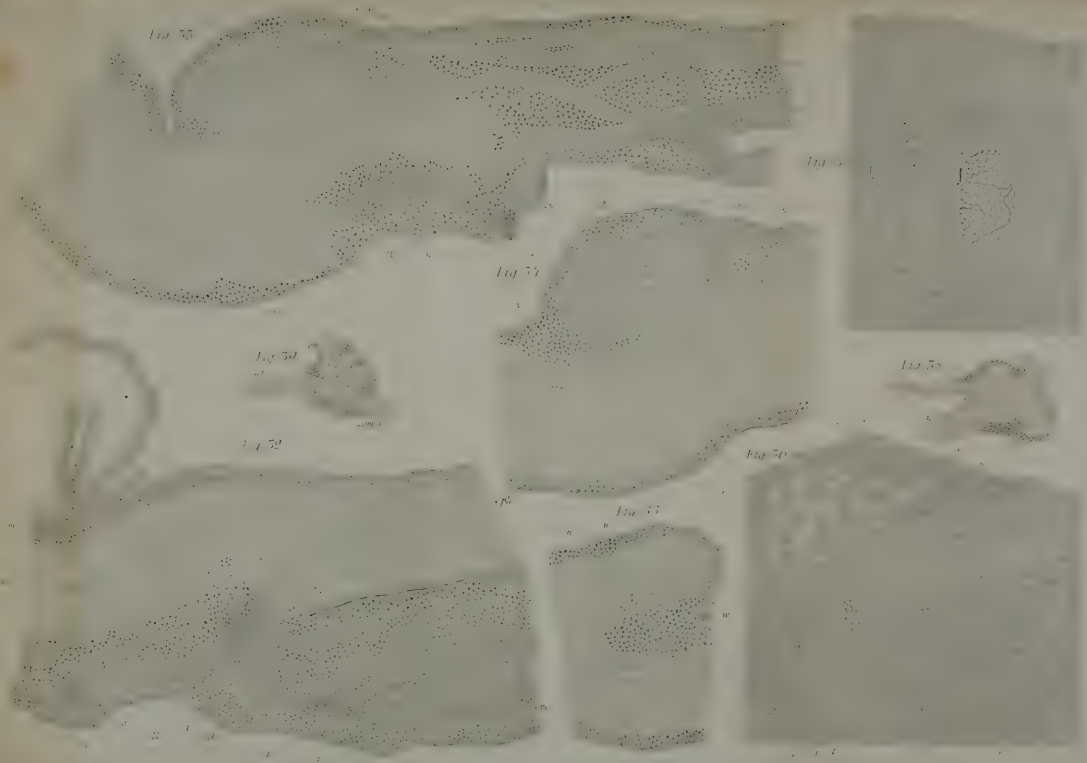
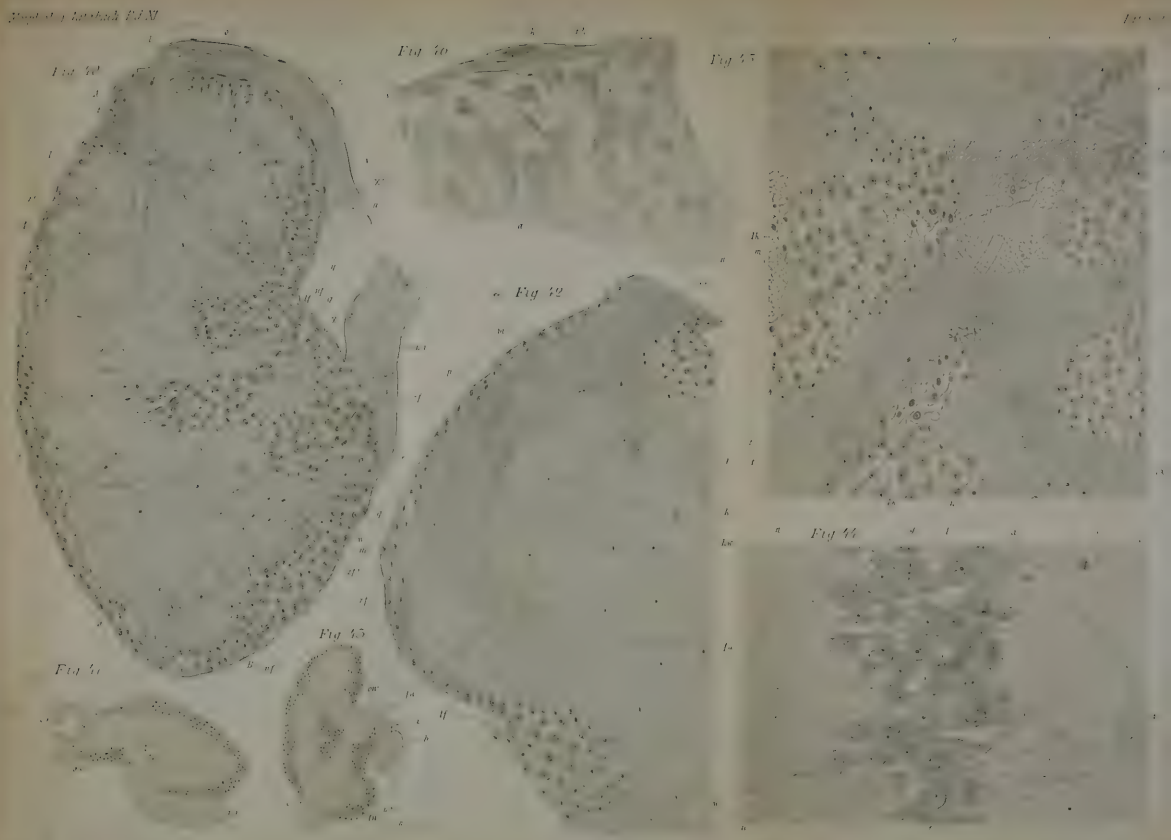


Fig 24
Fig 28





Jetzt v. Wilh. Engelmann, Leipzig

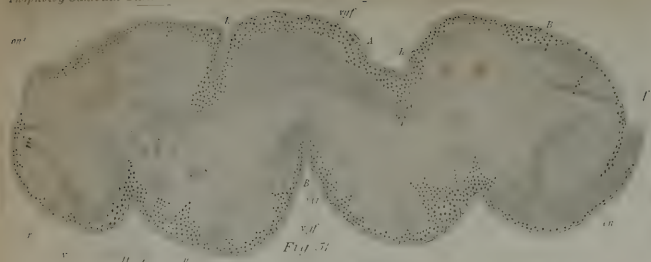


Fig. 51

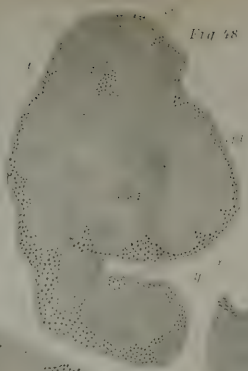


Fig. 48

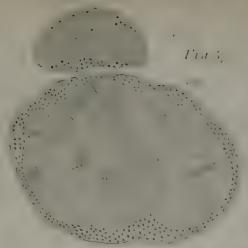


Fig. 49

Fig. 47

Fig. 52

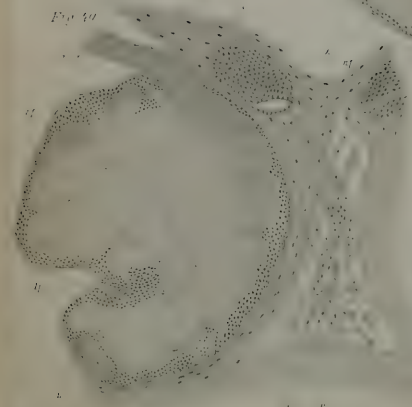


Fig. 40

Fig. 50

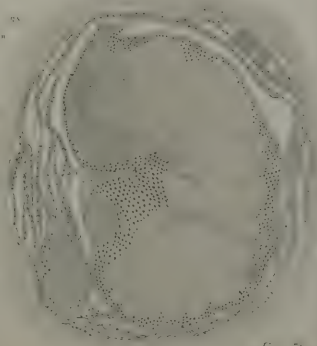


Fig. 42

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.

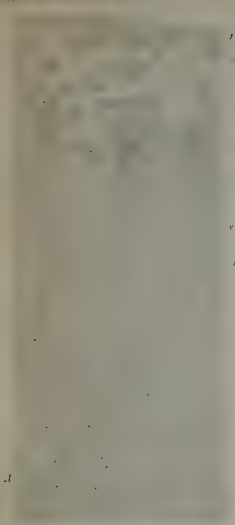


Fig. 56

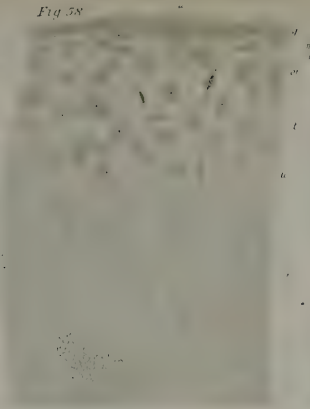


Fig. 58

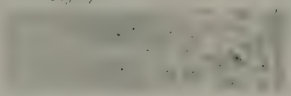


Fig. 57

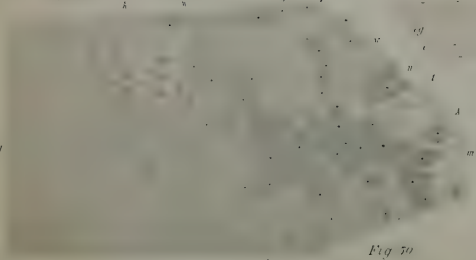


Fig. 59

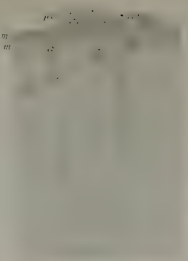


Fig. 60

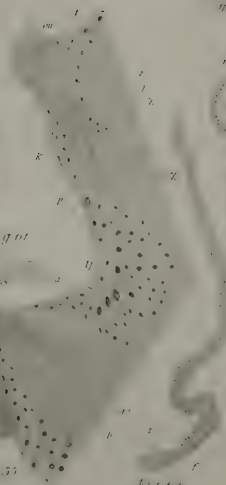


Fig. 61

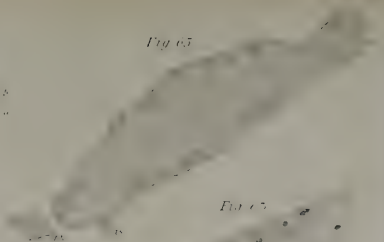
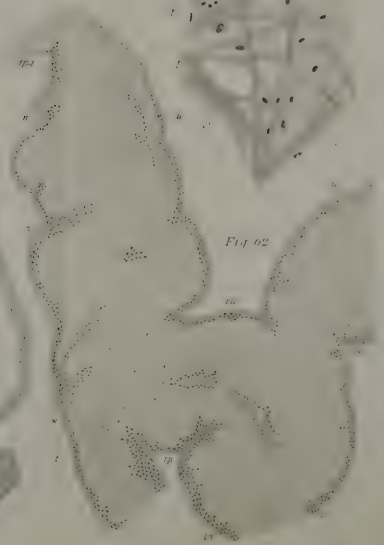


Fig. 63

Fig. 62



Lith. Anst. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

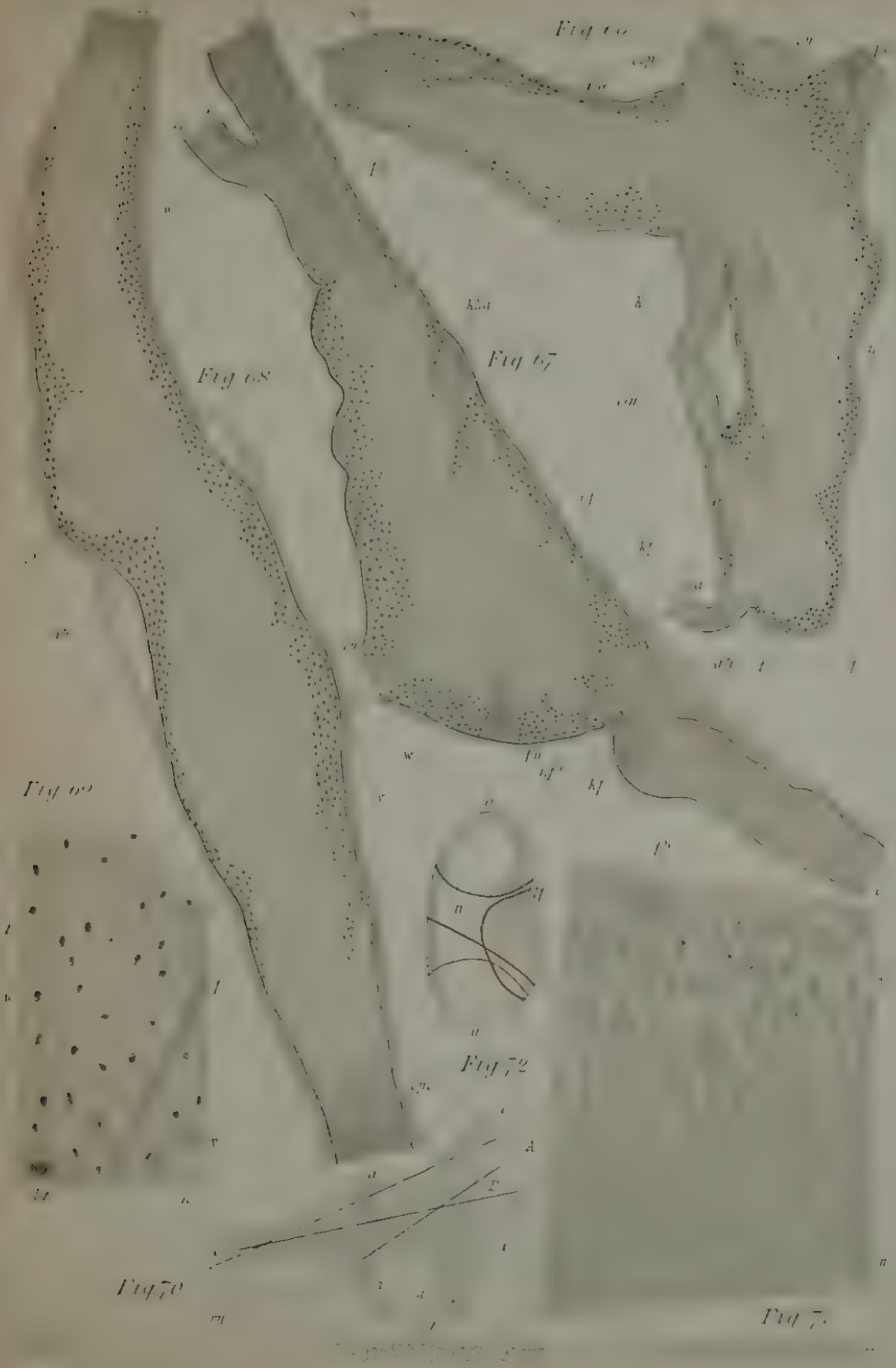


Fig 66
Fig 67
Fig 68
Fig 69
Fig 70
Fig 71
Fig 72

Über die Form der Falten des Corpus ciliare bei Säugethieren.

Von

Dr. Hans Virchow,
II. Prosektor am anatomischen Institut zu Berlin.

Mit Tafel XXV.

Derjenige, welcher die Litteratur des Auges im Ganzen überblickt, wird es auffallend finden, dass, während die Kenntnis vom Baue der vorderen Theile des Uvealtractus in den letzten Jahren wesentlich an Genauigkeit gewonnen hat, das Studium der Formen der Falten zurückgeblieben ist. Diese Thatsache hängt eng mit den Methoden der Untersuchung zusammen. Im Wesentlichen nämlich verdankt man die Erweiterung der Kenntnisse vom Zusammenhange der hier in Betracht kommenden Theile und ihren topographischen Verhältnissen der Verwendung geeigneter Erhärtungsmittel und zweckmäßiger Einbettungsmassen, unter denen Celloidin gegenwärtig die erste Stelle einnimmt, wodurch es leicht geworden ist, Schnitte durch das Corpus ciliare mit den angrenzenden Theilen zu machen. Meridionale Schnitte »Längsschnitte der Falten« pflegen bevorzugt oder allein hergestellt zu werden, aber jeder kann aus eigener Erfahrung und aus den Abbildungen der Lehrbücher und Specialabhandlungen wissen, wie ungenügend sie die Formen der Falten wiedergeben. Ein solcher Schnitt zeigt selbstverständlich nur dann das Bild der Falte vollkommen, wenn er sie auf ihrer Kante und zugleich in ihrer ganzen Länge trifft »Firstschnitt«: aber er erfordert zu seiner Ergänzung einen zweiten Schnitt, der in gleich vollendeter Weise die Mitte eines zwischen zwei Falten gelegenen Thales getroffen hat

»Sohlenschnitt«). Firstschnitt und Sohlenschnitt sind im Sinne dieser Arbeit »reine Schnitte«. Schnitte, welche eine Faltenfläche, oder, was dasselbe ist, eine Thalwand treffen (»Faltenseitenschnitte«), sind zwar für das Studium gewisser Einzelnheiten werthvoll, aber mit Beziehung auf die Hauptfrage, die nach der Faltenform, nicht nur ungenügend, sondern, wenn sie nicht durch reine Schnitte ergänzt werden, sogar irre leitend.

»Reine« Schnitte zu erhalten ist aber schwer, weil bei der radiären Anordnung der Falten die Schnittrichtung, von Falte zu Falte gewechselt werden muss, und weil selbst in solchen Augen, die nach gewöhnlichen Ansprüchen »vorzüglich konservirt« sind, die Falten häufig leichte Verbiegungen haben. Dazu kommt, dass sich oft im Grunde der Thäler kleinere Falten und Fältchen erheben, welche das Bild der »Sohlenschnitte« entstellen. Endlich erschwert oder verhindert noch in einigen Fällen die Form der Falten und Thäler selbst die Herstellung »reiner« Schnitte, wofür das Corpus ciliare des Seehundes und der Ziege als Beispiele dienen können. Die scharfprofilirten Falten des ersteren (s. unten Seite 449) sind dünn, hoch und lang, so dass man, selbst wenn sie ohne eine Spur von Verbiegung erhärtet wären, nur schwer einen Firstschnitt von ihnen würde herstellen können, welcher sie in ganzer Ausdehnung zeigt. Umgekehrt sind die Falten der Ziege (s. unten Seite 449) dick und wulstig, so dass sie sich z. Th. seitlich berühren. Hier ist es also direkt unmöglich, reine Thalschnitte zu erhalten.

Durchaus nothwendig sind solche Schnitte, welche die Falten quer treffen (»Querschnitte der Falten«), ziemlich entbehrlich dagegen solche, deren Richtung die der beiden ersten rechtwinklig schneidet.

Aber die Kombination von Längs- und Querschnitten ist nicht im Stande, ein richtiges und anschauliches Bild der Faltenformen zu geben, sondern man bedarf dazu der Totalansichten des Corpus ciliare und zwar sowohl solcher, auf denen die Falten von der Seite als auch solcher, auf denen sie von den Kanten her gesehen werden. Trockene Präparate, nach der Methode hergestellt, welche zu gleicher Zeit von Semper und von Frédéricq ausgebildet wurde, leisten hier das Meiste. Was dieser Präparation von Anfang an nachgerühmt wurde, das bestätigt sich auch bei ihrer Anwendung auf das Auge, nämlich, dass sie die feinsten Einzelheiten, die überhaupt für die Betrachtung mit Lupe und schwacher Vergrößerung in Anschlag kommen können, mit großer Treue bewahrt und viel

schärfer hervortreten lässt, als das an feuchten Präparaten möglich ist.

In dem Abschnitte der mittleren Augenhaut, welcher als Corpus ciliare bezeichnet wird, trifft man eine Schicht, welche vorn mit der »Gefäßschicht« der Iris, hinten mit der Schicht der gröberen Gefäße der Chorioides zusammenhängt, die »Grundplatte« des Corpus ciliare. Ihrer Außenfläche ist das in Musculus ciliaris und Ligamentum pectinatum zerfallende Ligamentum ciliare aufgelagert, von ihrer Innenfläche erheben sich die Falten (Fig. 1). Bei einigen Thieren und besonders beim Menschen ist in Folge von starker Entwicklung des ciliaren Muskels die Grundplatte nach innen gedrängt und ihre innere Fläche in Form eines Wulstes erhoben. Der ciliare Wulst unterscheidet sich von den durch die Falten gebildeten Erhebungen eben so wie ein sanfter Höhenzug von den über ihn hinziehenden Hügeln. Er gehört nicht unbedingt zum Begriffe des Corpus ciliare der Säugethiere, und es besteht kein bestimmtes Größenverhältnis zwischen ihm und den Falten; ja er kann gänzlich fehlen, während die Falten sehr groß sind (Seehund).

Weiter ist zu nennen das ciliare Sims, eine Platte, welche von der Grundplatte ausgeht und alle Falten unter rechten Winkeln trifft. Dieses Sims, welches Falte mit Falte verbindet und jede Faltenseitenwand eben so wie jedes Thal in zwei Abschnitte zerschneidet, verdient eine besondere Beachtung, da es bis jetzt in den Beschreibungen keinen Platz gefunden hat.

Die Falten sind nicht immer auf das Corpus ciliare beschränkt, sondern können sich auf die hintere Irisfläche ausdehnen.

Die einzelne Falte ist eine dreieckige Platte, hat also drei Ränder und drei Winkel: einen angewachsenen oder uvealen, einen fasertragenden oder Petit'schen, einen freien oder kameralen Rand; einen hinteren (proximalen) oder chorioidealen, einen vorderen (distalen) oder iridalen, einen inneren oder lentalen Winkel. Der uveale Rand ist identisch mit »Basis«, der Petit'sche Rand mit »First« oder »Kante«, der lentale Winkel mit »Spitze« der Falte. Diese Platten können sehr verschieden sein in Form und Größe. Sie variiren eben so sehr in ihrem Größenverhältnis zum Corpus ciliare wie zu den übrigen Nachbartheilen der hinteren Augenkammer im weiteren[1] und engeren Sinne, der Iris, der Linse und zum Gesammtinnenraume

[1] Hintere Augenkammer im weiteren Sinne gleich hinterer Augenkammer mit Petit'schem Raume.

des Auges; sie variiren in den Verhältnissen ihrer Länge, Höhe, Dicke, sie variiren in den Verhältnissen ihrer Ränder und ihrer Winkel. Die »Höhe« wird gemessen durch ein Loth von der Spitze zu der Basis, resp. der hinteren Irisfläche, die »Länge« durch den weitesten Abstand des proximalen Winkels vom freien Rande, die »Dicke« durch den Abstand von Seitenwand und Seitenwand. Die Länge kann zusammenfallen mit dem Maß des Petit'schen Randes aber auch mit dem der Basis, indem bald dieser, bald jener Rand länger ist.

Der Habitus einer Falte ist wesentlich mitbestimmt durch ihre Oberflächengestaltung. In manchen Fällen sind die Falten glatt, in anderen uneben, indem ihre Oberfläche von Wülsten eingenommen wird, die entweder gerade verlaufen (Eminentiae rectae) oder sich hin- und herwinden (Gyri).

Zuweilen sind nur die Ränder theilweise wulstig, während die Seitenflächen fast glatt sind (Kaninchen); in anderen Fällen bedecken Wülste die ganze Faltenoberfläche und überziehen dann auch den Boden der Thäler.

Fast nie ist der Habitus ganz gleichartig vom chorioidealen Winkel bis an die Spitze und von der Spitze bis zum vorderen Winkel, sondern in der Regel ist der proximale Theil mehr glatt und der distale mehr gewulstet. Diese Änderung vollzieht sich zuweilen in der Form eines allmählichen Überganges, zuweilen fast plötzlich, und dann ist die Grenze gleichbedeutend mit dem Punkte, an welchem der Übertritt von Befestigungsfasern zur Linse sein vorderes Ende findet. Man kann also ungezwungen diese beiden Verschiedenheiten, den »glatten Habitus« und den »wulstigen Habitus«, in Verbindung bringen mit den beiden verschiedenen Funktionen der Falten: der Funktion, die Befestigungsfasern der Linse und damit die Linse selbst zu tragen, und der, einer Gefäßausbreitung Raum zu bieten; und man wird, wenn man dies thut, den Verschiedenheiten der Faltenformen bei Säugethieren zunächst mit der Frage gegenüber treten: wie weit verdanken sie ihre Eigenthümlichkeiten der einen und der anderen Funktion? Ja man kann sogar versucht sein, an denjenigen Falten, an deren Abschnitten der glatte und der wulstige Habitus sich deutlich abgrenzt, eine Pars mechanica und Pars gyralis zu scheiden. Es darf zwar dabei nicht vergessen werden, dass das Gefäßnetz die ganze Falte einnimmt, und dass in manchen Fällen die Falten in ihrer Totalität glatt, in anderen wulstig sind, aber der angedeutete Gesichtspunkt muss doch verwerthet

und sogar bis in seine Konsequenzen verfolgt werden, welche in den Fragen enthalten sind, ob denn immer diese zwei von einander unabhängigen Funktionen in der Falte genügend neben einander Platz finden; welcher von ihnen, falls dies nicht der Fall ist, die Falte vorwiegend dient, und welche Kompensationen dann für die nicht genügend untergebrachte Funktion eintreten. Man würde allerdings, wenn man diese Fragen mit konkreten Thatsachen beantworten wollte, auf die Augen der übrigen Wirbelthiere zurückgreifen müssen, und das liegt nicht im Plane dieser Arbeit. Man würde dann erfahren, dass nie, auch nicht in großen Augen mit kleiner Linse, die Spitzen der Falten hinter den Linsenäquator zurückreichen, sondern immer in der Gegend desselben, und zwar etwas vor ihm, stehen; man würde daraus auf die strenge Abhängigkeit der Faltenformen von der Aufgabe der Linsentragung schließen, und es wahrscheinlich finden, dass, wenn die mechanische und gefäßtragende Funktion innerhalb der Falte in Konflikt kommen, die zweite unterliegt, und für sie eine Kompensation gegeben werden muss.

Bei vielen Säugethieren giebt es zwei, bei manchen drei oder vier Kategorien von Falten. In der Litteratur der Lehrbücher ist es üblich, diese dadurch zu unterscheiden, dass man die großen Formen, welche die Charaktere der Falten in vollkommener Weise zeigen, als Processus und die kleinen als Plicae bezeichnet. Indessen diese Ausdrucksweise wird durchaus nicht den wirklichen Verhältnissen gerecht. Es giebt nämlich nicht nur Falten, welche in ihrem fasertragenden Abschnitt vollkommen und nur in ihrem faserfreien Abschnitt unvollständig sind, sondern auch solche, welche in der Bildung der Spitze vollständig sind, aber auf der chorioidealen Seite hinter den anderen zurückbleiben. Neben diesen findet man andere, welche zwar in allen Theilen kleiner sind als die Hauptfalten, aber doch an die Charaktere derselben erinnern. Wenn man die Terminologie so weit ausbilden will, dass sie im Stande ist, diesen Unterschieden gerecht zu werden, so müsste man die Ausdrücke der »vollständigen« und »unvollständigen«, »großen« und »kleinen« Falten aufstellen und die »unvollständigen« Plicae incompletae) in die proximal unvollständigen und distal unvollständigen zerlegen. Im Gegensatze dazu würden allerdings auch noch die Erhebungen Cristae zu nennen sein, die die Richtung von Falten, aber nicht deren Charaktere haben; doch sind solche selten. Die Falten selbst aber, seien sie komplet oder inkomplet, groß oder klein, durch Hauptwörter zu unterscheiden, liegt nicht in der Natur des Gegenstandes, und

daher werden in vorliegender Schrift die Ausdrücke Processus und Plicae gleichbedeutend gebraucht.

Specielle Beschreibung der Faltenformen.

1. Kaninchen.

Der Faltenapparat des Kaninchens ist sehr entwickelt: das Sims ist groß, und es lassen sich vier Formen von Falten gut charakterisiren, die allerdings durch Übergänge verbunden sind.

Ich zählte die hohen Falten in fünf Fällen und fand dafür die Zahlen 128, 129, 134, 136, 137, Mittel 133; für lange Falten in sieben Fällen 44, 46, 48, 50, 53, 53, 55, Mittel 50. Es ist also nicht die Hälfte der hohen Falten auch lang.

Die langen hohen Falten können als Hauptfalten bezeichnet werden.

Bei der Beschreibung thut man gut, das Bild erst aus Hauptfalten und Sims zusammenzusetzen, und dann die anderen Faltenformen einzufügen.

Jede Hauptfalte wendet gegen den Glaskörper eine leicht konkave Kante, und ihr freier Rand hat eine Biegung, welche der vorderen Linsenfläche entspricht; eine eigentliche Spitze existirt nicht, und an ihrer Stelle findet sich eine gegen den Linsenäquator gewendete Konvexität, durch welche die Kante in den freien Rand übergeht. Die Basis nimmt nicht nur das Corpus ciliare, sondern die äußeren zwei Drittel der hinteren Irisfläche ein, so dass derjenige Raum, der bei anderen Thieren hintere Augenkammer ist, durch die distalen Abschnitte der Falten zerschnitten wird in Abtheilungen, welche den Thälern zuzurechnen sind; ja es ist nach dem anatomischen Baue nicht unmöglich, dass die freien Ränder der Falten, namentlich bei praller Füllung ihrer Gefäße, in ganzer Länge die vordere Linsenfläche berühren und eine eigentliche hintere Augenkammer überhaupt nicht existirt.

Diese anatomische Thatsache ist von Bedeutung mit Rücksicht auf die vielbesprochene Frage, ob sich die Falten an die vordere Linsenfläche anlegen können. Aber das, was hier vom Kaninchen gesagt ist, darf auf kein anderes Thier übertragen werden.

Der fasertragende Rand der Falte ist glatt und gerade, der freie Rand dick (viermal so dick wie der fasertragende), hin- und hergebogen und von feinen Wülsten bedeckt; namentlich zeigt er diese Charaktere in der Nähe der »Spitze«, während er gegen den vorde-

ren Winkel hin dünn und gerade wird. Die Falte selbst ist, speciell in ihrem proximalen Abschnitt und in der Nähe der Basis, glatt, gerade und dünn.

Um von dem Sims eine anschauliche Vorstellung zu erhalten, wird man am besten ausgehen von dem Bilde eines Zimmers mit kreisförmiger Grundfläche, dessen kuppelförmig gestaltete Decke nicht unter einem Winkel gegen die Wand abgesetzt ist, sondern glatt aus derselben abbiegt. An dem Übergange — und nur dieser kommt für unsere Frage in Betracht — springt ein Sims vor, welches rings herumläuft; an der unteren Fläche desselben giebt es Stützleisten, welche von der Wand ausgehen, und an der oberen Fläche, in der Fortsetzung der Stützleisten, Querbretter, welche die zwischen Sims und Decke gelegene Bucht in Fächer theilen; Stützleisten und Querbretter hängen, indem sie den Simsrand überragen, mit einander zusammen.

In diesem Vergleiche sind alle Theile, welche hier besprochen werden, enthalten: der Übergang der Wand in die Decke ist die innere Fläche der Grundplatte des Corpus ciliare, das Sims entspricht dem ciliaren Sims, Stützleisten mit Querbrettern sind die Falten, welche durch das Sims in je zwei Stücke zerschnitten werden, der Raum zwischen der oberen Simsfläche und der Decke entspricht der »Kammerbucht« (Sinus camerae posterioris), die Abtheilungen desselben den »Kammerfächern« (Recessus camerae posterioris), und die Fächer zwischen den Stützleisten den »Fächern des Petit'schen Raumes« (Recessus Petitiani) (Fig. 2 u. 3). Die beiden Abschnitte der Falten sind als Plicae Petitianae und Septa cameralia zu bezeichnen. Indessen wie gesagt, Petit'sche Falten und Kammersepta gehen, den Rand des Simses überragend, in einander über und dem entsprechend auch die von ihnen begrenzten Fächer. Am Sims ist zu unterscheiden der festgewachsene Rand oder »Basis«, der freie Rand oder schlechtweg »Rand«, die dem Petit'schen Raume zugewendete hintere oder »Petit'sche« und die der Kammerbucht zugewendete vordere oder »Kammerfläche«.

Man wird vielleicht an dieser Häufung neuer Ausdrücke Anstoß nehmen, aber die hier gebrauchten Bezeichnungen ergeben sich von selber, wofern man überhaupt das ciliare Sims in die Beschreibung des Faltenapparates aufnimmt, und das ist nöthig, wenn man die Anordnung der Befestigungsfasern der Linse und die Faltenformen richtig verstehen will. Die Befestigungsfasern der Linse (Zonula-Fasern) trifft man nämlich nur in den Petit'schen Fächern und

nicht in den Kammerfächern: sie gehen also aus von der hinteren aber nicht von der vorderen Fläche des Simses, von den Plicae Petitianae aber nicht von den Septa cameralia. Was aber die Beziehung des Simses zu den Falten anbetrifft, so vergegenwärtige man sich nur, dass zu dem Corpus ciliare und den rechtwinklig darauf gestellten Falten, welche bisher allein besprochen wurden, nun das Sims kommt, welches von der Grundplatte in den Kammerraum (im weiteren Sinne) vorragt und alle Falten unter einander in seitliche Verbindung bringt. Es bedarf keiner Auseinandersetzung, um den mechanischen Vortheil einer solchen Einrichtung klar zu machen. Aber noch mehr; die Falten sind von sehr verschiedener Größe, die meisten berühren nicht die Iris, manche erreichen nicht einmal die Grundplatte des Corpus ciliare, aber am Sims finden sie alle eine Stütze. Diese von der Kammerfläche des Simses in die Kammerbucht hineinragenden aber nicht bis zur hinteren Irisfläche ausgedehnten Faltenstücke sind im Gegensatze zu den Kammersepta als Kammerfalten (Plicae camerales) zu betrachten.

Ich muss mich hier dafür verantworten, dass ich die beiden durch das Sims getrennten Stücke einer Falte mit besonderen Bezeichnungen belege und dadurch so zu sagen aus einander reiße. Ob man sagt: die Falten sind durch Querplatten verbunden und diese stellen in ihrer Gesammtheit ein Sims dar; oder: das Sims trägt auf seinen beiden Flächen Falten und diese stellen zusammen die ciliaren Falten dar — das bezeichnet gleich gut den Sachverhalt. Allerdings ist, wenn man ein Schema geben will, welches für alle Säugethiere passt, die erste Ausdrucksweise, in welcher die Falten das »Primäre« sind, allein möglich; aber hier, wo der eigenthümliche Bau des Faltenapparates des Kaninchens dargestellt wird, schiebe ich absichtlich die andere Terminologie in den Vordergrund, in welcher die Bedeutung des Simses als einer »Faltenstütze« ihre Würdigung findet. In dem einen Sinne hat man von »Petit'schem Theile« und »Kammertheile« einer Falte, in dem anderen von »Petit'scher Falte« und »Kammerfalte« zu sprechen. Dem eigenthümlich schwankenden Verhältnis, welches sich auch darin zeigt, dass zuweilen Faltenstücke am Sims, zuweilen Simsstücke an einer Falte seitlich verschoben sind, wird man am meisten dadurch gerecht, dass man mit beiden Ausdrucksweisen wechselt.

Das ciliare Sims des Kaninchens ist eine dünne Platte von derselben Dicke wie die Falten (aber nicht wie die Faltenränder), entsteht aber mit dickerer Basis aus der Grundplatte des Corpus ciliare.

Es hat eine Breite von 1 mm und liegt ungefähr in einer äquatoriellen Ebene, genauer jedoch so, dass es einen Theil eines flachen nach hinten offenen Trichters bildet.

Das Faltenstroma geht in das Simsstroma über, und das Faltenepithel überzieht ohne Änderung seiner Charaktere die Simsflächen. In dem Sims verlaufen Gefäße in der Richtung auf den freien Rand.

Das Bild des Faltenapparates ist nun durch die Aufnahme der anderen Faltenformen zu ergänzen.

Wenn man das Corpus ciliare im Ganzen vor sich hat, so bemerkt man, dass nicht alle Kanten gleich weit gegen den Petit'schen Raum vorspringen und dass nicht alle freien Ränder gleich weit auf die Iris reichen; man wird also veranlasst, hohe und niedrige, lange und kurze Falten zu unterscheiden. In konsequenter Durchführung unserer Auffassung von den zwei Arten von Falten aber sind die Plicae Petitianae und camerales zunächst zu trennen; und da, wie gesagt, alle Falten ihre Stütze am Sims finden, so ist ihre Höhe von hier aus zu messen. Man kann also von Höhe der Petit'schen Falten und Höhe der Kammerfalten sprechen, und man wird, wenn man die Präparate unter diesen Gesichtspunkten mustert, auch bemerken, dass von Länge und Kürze nicht nur der Kammerfalten sondern auch der Petit'schen Falten zu reden ist, indem manche von den letzteren nicht so weit gegen den Orbiculus ciliaris zurückreichen wie die anderen.

Fragt man dann, wie sich diese Verschiedenheiten der Faltenabschnitte in den Gesammtfaltenformen vereinigen, so findet man folgende Gruppirung:

1) Vollkommene Petit'sche Falte mit Kammerseptum kombinirt: Hauptfalte.

2) Vollkommene Petit'sche Falte mit Kammerfalte kombinirt: zungenförmige Falte.

3) Unvollkommene Petit'sche Falte mit unvollkommener Kammerfalte kombinirt: unvollkommene zungenförmige Falte.

4) Kleinste Petit'sche Falte ohne Kammerfalte: Simsfalte.

Dies ist durch einige Bemerkungen zu ergänzen.

An der hinteren Fläche der Iris sieht man radiäre Streifen (Striae), von denen die in der Verlängerung der langen Falten gelegenen und außerdem immer eine bis drei zwischen je zwei langen Falten stärker prominiren (Eminentiae). An Stelle von solchen höheren Streifen springt zuweilen, wenn auch selten, eine niedrige Falte

(Plica iridica) und zwar in der Flucht einer kurzen Ciliarfalte vor. Dieser Umstand, so wie die Thatsache, dass die Anordnung der Gefäße in diesen Fältchen sich an injicirten Präparaten als eine »ciliare« zeigt, berechtigt uns, die Eminentiae als zu den kurzen Ciliarfalten gehörig anzusehen, womit ihre Zahl ungefähr stimmt. Man kann das Verhältnis der langen Falten, kurzen Falten und Eminentiae schematisirend so ausdrücken, dass man von einem Faltenapparat, der ausschließlich lange Falten hat, ausgeht und sich denkt, dass bei dem größeren Theile, etwa zwei Dritteln, die Falte vom freien Rande her weggefressen würde, so dass die an das Sims anstoßende Partie als »Kammerfalte«, die an die Iris anstoßende Partie als Eminentia übrig bliebe, welche beide im Grunde der Kammerbucht zusammenhingen. Dies ist selbstverständlich keine genetische Erklärung.

Die Zahl der niedrigen Petit'schen Falten ist nicht genau festzustellen, da es Übergänge zu den hohen giebt. Etwa betragen sie den zehnten Theil der hohen. Stellenweise lässt es sich so an, als sollte zwischen je zwei hohen eine niedrige kommen. Zuweilen verschmilzt eine kurze mit einer langen an der Spitze, doch ist darin nichts Specifisches, denn dasselbe Verhältnis findet man bei zwei langen Falten (Zwillingsfalten). Man sieht dann also zwei, zuweilen auch drei Petit'sche Ränder, die in einen Kammerrand zusammengehen, aber die Vereinigung findet nicht immer an der Spitze sondern auch im Verlaufe des freien Randes statt. Das Verhältnis der Falten kann sogar so komplicirt werden, dass von drei neben einander liegenden Petit'schen Falten die beiden äußeren zu einem Kammerseptum zusammengehen und die von ihnen eingeschlossene als kurze Falte endigt, ohne sich ihnen anzuschließen.

Die niedrigen Falten darf man sich nicht einfach als eine kleinere Wiederholung der hohen Form denken; oft erheben sich ihre Spitzen eben so weit wie die der hohen, was bei anderen Thieren noch mehr als typisch heraustritt. Man kann das Eigenthümliche dieses Verhältnisses in den Ausdruck fassen: es herrscht eine Tendenz zur unverkümmerten Ausbildung der Spitze.

Von diesem Gesichtspunkte aus wird man auch die Form der kleinsten Faltenart richtig auffassen: sie ist eine Verkleinerung des zuletzt erwähnten Typus und erhebt sich nicht weit über den Grund ihres Thales. Diese Falten, welche entweder zwischen zwei hohen oder zwischen einer hohen und niedrigen gefunden werden, und zwar in größerer Zahl als die niedrigen Falten, sind mit ihrer Basis gänzlich auf das Sims beschränkt (Simsfalten).

2) Meerschweinchen.

Die Form der Falten des Meerschweinchens ist mehr gestreckt als hoch. Der fasertragende Rand ist nicht vollkommen glatt.

Ein Sims existirt.

Mit Rücksicht auf den fasertragenden Theil der Falten ist neben der Hauptform eine Anzahl von kürzeren niedrigeren Falten zu unterscheiden, die sich jedoch mit ihren Spitzen in das Niveau der übrigen erheben.

Mit Rücksicht auf den Kammertheil existirt auch der Unterschied von langen und kurzen Falten, jedoch ist er nicht sehr groß, da die langen die Iriswurzeln nicht erheblich überschreiten. Auch ist die Zahl der langen Falten gering.

Man findet also selbst bei diesem mit dem Kaninchen verwandten Thiere die eigenthümlichen Charaktere der Falten des Kaninchenauges nur in beschränktem Maße wieder, und es ist nicht gestattet, das was man bei einer Art trifft, auf andere zu übertragen und darauf physiologische Schlüsse von allgemeiner Fassung zu bauen.

3) Hund, Katze, Wickelbär.

Die Falten des Hunde- und Katzenauges sind einander so ähnlich, dass hier zwischen ihnen nicht unterschieden zu werden braucht.

Die Grundplatte des Corpus ciliare (Fig. 4) ist fast gar nicht zu einem Wulste erhoben, die Falten dagegen ragen sehr weit hervor; es herrscht also hier das umgekehrte Verhältnis wie beim Menschen.

Die Falten sind hoch und, verglichen mit ihrer Höhe, kurz. Übrigens sind sie nicht alle von gleicher Länge, da zwar die Linie, welche die Spitzen verbindet, kreisförmig ist, dagegen die, auf welcher die hinteren Winkel liegen, von dieser Form abweicht und auf einer Strecke so weit nach vorn rückt, dass die fasertragenden Ränder, die im größeren Theile des Umfanges 3,5 mm lang sind, auf ein Maß von 2 mm (in dem Auge eines mittelgroßen Hundes) sinken.

Die Falten überschreiten nicht die Iriswurzel: sie sind dreieckig, jedoch die Spitzen eben abgerundet. Die fasertragenden Ränder sind glatt, gerade, die freien Ränder dick, wulstig. An den Seitenflächen sind Seitenwülste vorhanden von geradem Verlaufe, besonders in der Nähe der Kante, wo sie dann bis zum Orbiculus zurück zu verfolgen sind; in anderen Fällen ist die ganze Seiten-

fläche durch solche Wülste (bis zu sieben) ausgezeichnet, die dann von der Basis ausgehen und gegen die Spitze konvergiren.

Die Falten sind schlank und die Buchten weit, so dass das ganze Bild etwas Klares, Scharfgezeichnetes erhält.

Das Sims ist kurz, und der Abstand desselben von der Iris gering (Fig. 5), so dass die Kammerbucht weder tief noch hoch ist und der fasererfüllte Theil der Thäler von dem freien Theile nur unvollkommen geschieden wird. Der Abstand des Simses von den Kanten ist dagegen beträchtlich und jede Petit'sche Bucht daher tief. Es besteht somit in dem Verhältnis von Petit'schen Fasern und Kammerbucht das Gegentheil von dem, was man beim Kaninchen findet. Dem entsprechend ist auch von der Seitenfläche der Falte der größere Theil fasertragend und der geringere faserfrei, nämlich nur die Basis und der freie Rand.

Letzterer setzt sich oft verbreitert wie mit flügelartigen Ansätzen am Simsrande fest.

Außer den Hautfalten, von denen ich beim Hunde in einem Falle 81 in einem anderen 86 zählte, giebt es kleinere Formen, welche man am richtigsten versteht, wenn man annimmt, dass die Verkümmerung der Hauptfalten an dem proximalen Ende stattgefunden hat. Diejenige Form nämlich, welche der Hauptform am nächsten steht, hat eine vollkommen gleich gebildete Spitze, ist aber auf der chorioidealen Seite verkürzt, so dass sie bei der Betrachtung von der Kante niedriger erscheint. Daneben giebt es aber Falten, die thatsächlich im Ganzen niedriger sind und die Form der Hauptfalten verkleinert wiedergeben. Endlich giebt es auch hier ganz kleine Falten (»Simsfalten«), welche steil von der Petit'schen Fläche des schmalen Simses prominiren und dabei den Simsrand überragen.

Der Faltenapparat des Wickelbären (Cercoleptes) (Fig. 6) steht dem von Hund und Katze nahe durch die scharfe Profilirung der Falten und ihre Formen, wenn sie auch schlanker sind als jene.

4) Seehund.

Beim Seehunde erreichen die mechanischen Charaktere im Baue der Falten die höchste Stufe, und da jede Falte groß und der ganze Faltenapparat in seiner Anordnung eben so einfach wie streng ist, so erhält man ein Bild von solcher Klarheit, wie es bei den anderen hier besprochenen Thieren nicht wiedergefunden wird.

Die Grundplatte des Corpus ciliare (Fig. 7) geht in die Chorioides und in die Iris glatt über, ohne den geringsten ciliaren Wulst zu bilden.

Von einem Simse findet man keine Spur.

Auch Nebenfalten fehlen; nur sieht man in den Thälern einige wenige Leisten von unbestimmten Charakteren.

Die Falten springen scharf hervor: sie haben eine Länge von 12 mm (an der Kante gemessen) bei einem äquatoriellen Augendurchmesser von 37 mm. Der freie Rand bildet mit der Kante einen spitzen Winkel, und die Spitze ist so eigenthümlich gestaltet, dass sie Leuckart[1] einer Saugscheibe vergleicht; man muss diese kleine Fläche zum Petit'schen Rande rechnen; es ist ein Feldchen, welches etwa Birnenform hat; das stumpfe Ende der Birne ist pupillarwärts gerichtet, und der Stiel ist mit dem Petit'schen Rande identisch.

Die Falten gehen nicht mit breiter Basis aus der Grundplatte hervor, sondern setzen dünn, rechtwinklig auf dieser auf. Die Buchten sind daher an den Sohlen eben so weit wie zwischen den Kanten, hinten fast 1 mm. Über dem Boden aber werden sie bedeutend eingeengt durch die vorspringenden Seitenwände der Falten. Die letzteren sind nämlich in ihren mittleren Theilen so verdickt, dass sie sich fast berühren, aber diese Verdickung lässt die Basis und die Kante frei und außerdem ein Stück von 2 mm am distalen und von 4 mm am proximalen Ende.

Die Zahl der Falten war in einem Auge 96.

5. Rind, Ziege, Pferd.

Bei den Hufthieren erreicht der gyrale Charakter der Falten seine höchste Ausbildung, indem hier die ganzen Falten dick sind und bedeckt von Wülsten, welche sich von den Kanten, wenn schon in vermindertem Grade, auf die Faltenwurzeln und von den Seitenflächen auf die Thalsohlen fortsetzen. Besonders dick sind die Falten an ihren distalen Abschnitten, so dass die Thäler hier ganz verschwinden.

Ist es nun schon schwer, von glatten Falten und den sie trennenden Buchten gute Längsschnitte zu erhalten, so ist es bei den

[1] Handbuch der ges. Augenheilkunde von Gräfe-Sämisch, II. Bd. 1. Hälfte. pag. 223.

Eigenthümlichkeiten des Auges der Hufthiere anscheinend unmöglich, eine Längsansicht zu haben, auf welcher nicht Theile von Falten mit getroffen wären, und auch von den Falten erhält man selbst durch Firstschnitte nur verwickelte Zeichnungen, weil die Wülste der Oberfläche in verschiedenen Richtungen getroffen sind. Alle Längsschnitte zeigen übereinstimmend ein schwer zu entwirrendes Durcheinander von Faltenstroma, Epithel und intergyralen Buchten. Aber selbst die Querschnitte geben nicht die klaren Aufschlüsse, wie bei anderen Augen; auf einer Querschnittserie von Falten des Ziegenauges kann ich an den distalen Schnitten nicht einmal die Abgrenzung der Falten finden.

Unter diesen Umständen ist das, was ich über den Faltenapparat der Hufthiere zu sagen habe, nicht in jeder Hinsicht erschöpfend.

Die Form der Falten ist zungenförmig, die Falten sind lang aber niedrig (Fig. 8, 9 u. 10). Die Länge wechselt (beim Rinde von 5,5—8,5 mm, beim Pferde von 6—15 mm), indem die Linie, auf welcher die proximalen Winkel liegen, auf einer Strecke vorrückt. Die Basis überschreitet nicht die Iriswurzel, aber man bemerkt auf der hinteren Irisfläche in der äußeren Hälfte zahlreiche erhabene radiäre Linien. Außer der Hauptform giebt es niedrigere und auch schmalere Falten. Vom Orbiculus ciliaris gehen in großer Zahl die bekannten erhabenen Linien aus, welche distalwärts höher werden und unter spitzen Winkeln zusammentreten, um sich z. Th. mit den Falten zu verbinden »Faltenwurzeln«, z. Th. als Leisten in der proximalen Hälfte der Thäler sichtbar zu bleiben und dann in der Sohle der letzteren unterzusinken.

Ob ein Sims vorhanden ist, lasse ich unentschieden. Dagegen mache ich aufmerksam auf die im Inneren der Falte gelegene, von der Grundplatte ausgehende reichliche Menge von Stroma (»Faltenstamm«), welche in die Wülste Fortsetzungen schickt.

Die Form der auf den Kanten liegenden Wülste ist auf diejenige Grundform zurückzuführen, welche durch Figur 11 angegeben wird: auf die einer sich hin- und herwindenden Linie, welche aber, wenn die Windungen in der Längsrichtung an einander rücken, in das Bild von Querwülsten übergeht. Häufig ist jedoch gar kein Typus erkennbar. Auf den Spitzen der Falten herrscht in den Wülsten Längsrichtung vor. Wenn man erst den Bau der Falten bei anderen Thieren zu verstehen gelernt hat, so kann man sich auch in den Firstschnitten von Falten des Hufthierauges zurechtfinden,

wobei man von dem Faltenstamm auszugehen und die von ihm entstehenden Stromaleisten aufzusuchen hat. Der Stamm repräsentirt hier gewissermaßen den »mechanischen« Theil im Baue der Falte. Bei größeren Embryonen findet man die Leisten oder Wülste sehr entwickelt (Fig. 12), den Stamm aber nicht, also den gyralen Charakter der Falte mehr ausgeprägt als den mechanischen. Es stimmt das damit überein, dass um dieselbe Zeit auch andere Gefäßeinrichtungen des Auges gut ausgebildet, die Skeletttheile dagegen noch zurück sind.

6. Seekuh.

Eine Bemerkung über die Falten des Auges einer jungen Seekuh (Manatus americanus)[1] schließe ich wegen der Seltenheit dieses Objektes an; obwohl meine Kenntnis sich nur stützt auf das Bild von Längsschnitten, welche — wie aus dem oben Gesagten hervorgeht — nicht entfernt eine vollkommene Kenntnis geben können.

Die Falten (Fig. 13) sind von ähnlicher Form wie die des Rindes, jedoch kürzer, mehr kegelförmig; sie sind mit Wülsten versehen, aber nicht so reichlich, wie es bei den Hufthieren der Fall ist.

7. Mensch, Anthropoiden, Affen.

Die Falten des menschlichen Ciliarkörpers sind, verglichen mit der Größe des Auges, klein. Sie berühren weder mit ihren Spitzen die Linse[2], noch mit ihren proximalen Winkeln die Ora serrata der Netzhaut. Es bleibt also an letztbezeichneter Stelle eine breite Zone (Orbiculus ciliaris), welche z. Th. glatt, z. Th. durch feine erhabene radiäre Streifen eingenommen ist. Die Spitzen der Falten sind abgerundet, die fasertragenden Ränder im Vergleich mit der Kleinheit der Falten ziemlich dick und etwas wulstig: und diese Charaktere, verbunden mit dem Umstande, dass der Boden der Thäler von Wülsten uneben ist, giebt dem Bilde etwas Unscharfes, was gegen die charakteristischen oben geschilderten Faltenformen abfällt. Auf der Hinterfläche der Iris bemerkt man ziemlich breite radiäre Streifen, welche in der Flucht von Falten liegen, aber weniger zahlreich

[1] Das Thier, welches einige Zeit im hiesigen Aquarium gehalten wurde, war jung, und ich muss es dahingestellt sein lassen, ob die Formen und Verhältnisse der Augentheile denen des ausgewachsenen Thieres entsprechen.

[2] Ich will kein Urtheil abgeben in der Frage, wie sich dies im Leben verhält.

sind als diese und einen pupillaren Saum frei lassen. Ein ciliares Sims scheint, wie man aus einer Abbildung von Czermak[1] schließen kann, vorhanden zu sein, aber auch ohne dieses könnte von einer Kammerbucht gesprochen werden, da die Grundplatte durch den ciliaren Muskel so weit einwärts gedrängt ist, dass zwischen ihr und der Iris eine Bucht entsteht (Fig. 14—19).

Näher auf den Faltenapparat des Menschen, der ja in den anatomischen Lehrbüchern besprochen und abgebildet wird, einzugehen ist nicht meine Absicht, besonders nicht, die unvollkommenen Faltenformen zu schildern. Ich wollte nur diejenigen Merkmale hervorheben, welche diesem Faltenapparate eigenthümlich sind, weil sich dieselben bei Anthropoiden (Orang, Schimpanse, Gorilla) und Affen (Mycetes, Macacus), wenn auch mit kleinen Variationen, wiederholen.

Berlin, 5. December 1885.

Zusatz bei der Korrektur.

Nachträglich habe ich das Sims deutlich bei Mycetes gesehen und dasselbe auch beim Känguruh (Petrogale, Macropus) gefunden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXV.

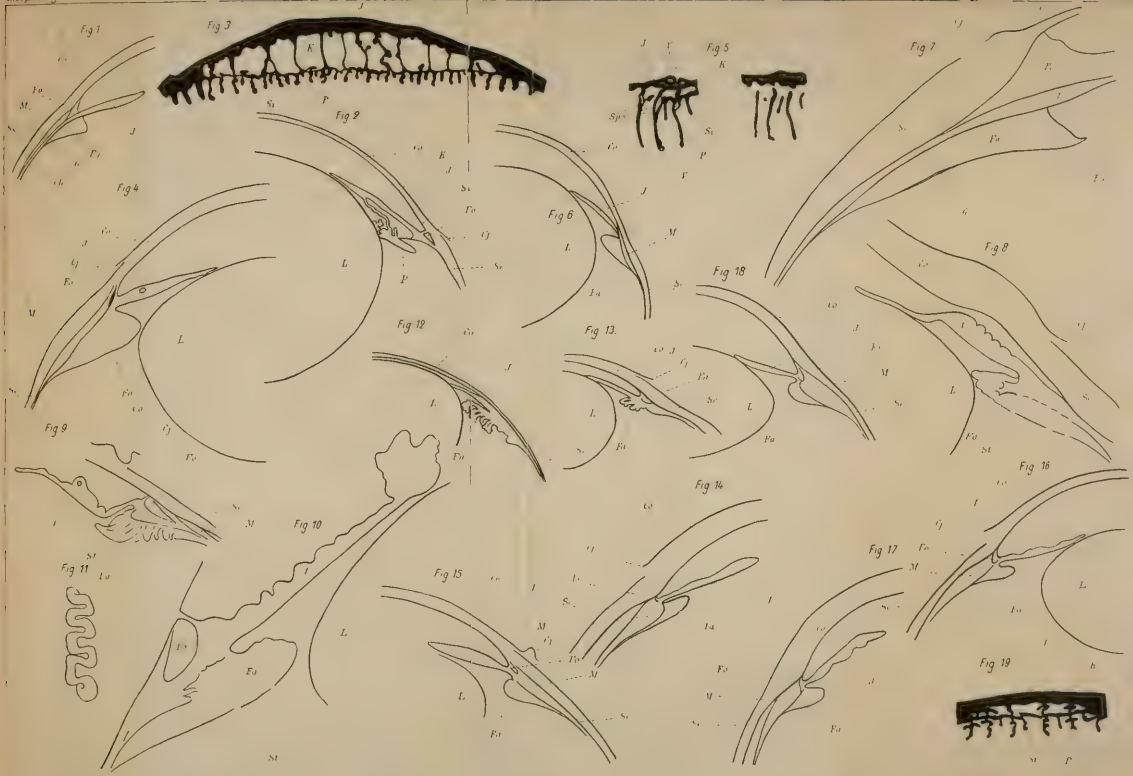
Fig. 1. Schema des Corpus ciliare der Säugethiere. In dieser Figur und in allen übrigen bedeutet *Ch* Chorioides, *Co* Cornea, *Cj* Conjunctiva, *Fa* Falte, *Fo* Fontana'scher Raum resp. Fontana'sches Gewebe, *G* Grundplatte des Corpus ciliare, *I* Iris, *K* Kammertheil einer Falte resp. Kammerfalte, *L* Linse, *M* Ciliarmuskel, *P* Petit'scher Theil einer Falte resp. Petit'sche Falte, *Sc* Sclera, *Si* Sims, *St* Faltenstamm.

Fig. 2. Längsschnitt des Corpus ciliare des Kaninchens; Vergr. 6, Embryograph, Chromsäurepräparat.

Fig. 3. Querschnitt desselben; von einer Photographie gepaust, Vergr. 10, Chromsäurepräparat.

Fig. 4. Corpus ciliare des Hundes; Vergr. 6, Embryograph, Chromsäurepräparat.

[1] Czermak, Arch. f. Opthalm. 31. Bd. 2. Hälfte 1885. Fig. 5.



Verlag v. Wilh. Engelmann in Leip.

Fig. 5. Querschnitt durch das Corpus ciliare der Katze; von einer Photographie gepaust, Vergr. 10, Überosmiumsäurepräparat. *V* Gefäße, *Sp* Spalten, die bei der Erhärtung eingetreten sind.

Fig. 6. Corpus ciliare des Wickelbären; Vergr. 6, Embryograph, Chromsäurepräparat. Das Auge wurde mir von Herrn v. KENNEL, der das Thier aus Mittelamerika lebend mitgebracht hatte und die Augen bald nach dem Tode desselben ausschnitt, in Chromsäure übergeben.

Fig. 7. Corpus ciliare des Seehundes; Embryograph, Chromsäurepräparat. Das Thier starb im hiesigen zoologischen Garten und kam frisch auf die Anatomie. *F'a'* distales, zu einer Fläche verbreitertes Ende des PETIT'schen Randes.

Fig. 8. Corpus ciliare des Rindes, Fig. 9 der Ziege, Fig. 10 des Pferdes; Vergr. 6, Embryograph, Fig. 8 und 9 Präparate aus MÜLLER'scher Flüssigkeit, Fig. 10 mit Chromsäure.

Fig. 11. Schematisirter Typus der Wülste, welche die Oberfläche der Falten des Corpus ciliare beim Rinde bedecken.

Fig. 12. Corpus ciliare eines großen Rindsembryo; Vergr. 6, Embryograph, Chromsäurepräparat.

Fig. 13. Corpus ciliare der Sehkuh; Vergr. 6, Embryograph, Chromsäurepräparat.

Fig. 14. Corpus ciliare eines Knaben, Fig. 15 Orang, Fig. 16 Schimpanse, Fig. 17 Gorilla, Fig. 18 Macacus; Vergr. 6, Embryograph. Das Präparat zu Fig. 14 und 17 aus MÜLLER'scher Flüssigkeit, zu Fig. 15 und 16 aus Chromsäurelösung, zu Fig. 18 aus Sublimatlösung. Alle Augen waren einige Stunden nach dem Tode eingelegt. Das Präparat zu Fig. 17 erhielt ich als Schnitt von Herrn KOGANEI. Alle Affen waren aus dem hiesigen Aquarium.

Fig. 19. Querschnitt durch das Corpus ciliare des Schimpanse; von einer Photographie gepaust, Vergr. 10, Chromsäurepräparat.

Zur Kenntnis der Kerntheilung bei den Protozoen.

Von

Dr. med. Wilh. Pfitzner,

Privatdocent und I. Assistent am anatomischen Institut zu Straßburg i. E.

Mit Taf. XXVI.

In einem kürzlich erschienenen Aufsatze[1] konnte ich bereits mittheilen, dass es mir gelungen ist, den karyokinetischen Modus der Zellvermehrung auch bei einem unzweifelhaften Protozoon, nämlich bei Opalina ranarum, zu beobachten. Nachdem ich die darauf bezüglichen Untersuchungen in diesem Frühjahr wieder aufgenommen und weitergeführt hatte, bin ich nunmehr zu Resultaten gekommen, die ich im Folgenden genauer mittheilen werde.

Die principielle Bedeutung dieser Ergebnisse liegt darin, dass der Vorgang der Kernvermehrung bei diesem Thiere genau nach demselben Schema abläuft wie bei den Metazoen, wo er ja bei der Salamanderlarve am genauesten und am zuverlässigsten festgestellt ist. Minder wichtig, wenn auch eine erfreuliche Beigabe, sind einige andere bei dieser Gelegenheit aufgefundenen Ergebnisse, die über bestimmte Verhältnisse im Bau des Zellkerns im Allgemeinen ein besseres Licht verbreiten.

Die Wahl des Objektes war durch den Zufall bestimmt. Als Nichtzoologe würde ich es schwerlich gewagt haben, ein vorher bestimmtes Protozoon auf eine so schwierige Frage zu untersuchen, da meine Ungeübtheit in der Behandlung derartiger Thiere bei einem

[1] Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns. Morphol. Jahrbuch XI.

ungünstigen Objekte mich meine Zeit hätte nutzlos verlieren lassen — ich habe daher auch der Versuchung widerstanden, das kürzlich von mehreren Forschern bearbeitete Actinosphaerium einer Nachuntersuchung zu unterwerfen.

Dagegen beobachtete ich zufällig an dem oben genannten Thiere nach Zusatz verdünnter Essigsäure und bei Anwendung homogener Immersionen, dass einige von den zahlreichen Kernen entschiedene karyokinetische Figuren zeigten. Die Leichtigkeit, sich massenhaft geeignetes Material zu verschaffen, forderte zu einer eingehenden Untersuchung auf.

Nach einfachem Essigsäurezusatz ist indessen noch nicht viel zu sehen. Ich probirte nun sämmtliche von den Specialforschern für die Untersuchung von Protozoen empfohlenen Methoden durch, vom Essigkarmin bis zur Platinchlorid-Chrom-Osmium-Essigsäuremischung; sie waren noch viel weniger brauchbar. Ich musste die Erfüllung zweier Bedingungen verlangen: 1) eine reine Färbung der chromatischen Bestandtheile der Kerne; 2) möglichste Aufhellung sämmtlicher anderen Bestandtheile des Thieres.

Letzteres schließt außer dem Kern noch eine Menge anderer Gebilde ein, die das an und für sich schon trübe Protoplasma des Thierleibes noch undurchsichtiger machen. Die (der Stellung des Thieres entsprechende) große Chromatinarmuth des Kernes erschwert an und für sich schon die Untersuchung allzusehr; aber außerdem finden sich, etwas kleiner aber unendlich viel zahlreicher als die Kerne, runde Gebilde, die ich wohl für Algen halten möchte. Sie sind kreisrund, von verschiedener Größe, zeigen eine starke Kontour und einen anscheinend homogenen Inhalt. Beim lebenden möglichst abgeplatteten Thier erscheinen sie grünlich, zeigen keine wahrnehmbaren Formveränderungen. Im Inneren ist entweder nur ein homogener Inhalt, wie bei den ganz kleinen, oder außerdem noch ein centrales Körperchen, das sich aber bei richtiger Kernfärbung nicht mitfärbt. In einem Falle zeigten sämmtliche von demselben Frosch genommenen Thiere noch eine dritte Sorte dieser Gebilde, die, im Übrigen mit den anderen beiden übereinstimmend, im Inneren einen rhombischen wie ein Krystall aussehenden Körper einschloss; letzterer löste sich in Säuren, Alkohol, ätherischen Ölen nicht auf und zeigte beim lebenden Thier eine fortwährend zitternde, schwankende Bewegung mit leichten Verbiegungen. — Ich muss noch bemerken, dass man diese sämmtlichen Gebilde schon eben so gut beim lebenden Thier, wo die Kerne noch meistens unsichtbar sind, wahrnehmen kann — dass es sich also nicht um Kunstprodukte handelt.

Nachdem ich auch noch eine Reihe vergeblicher Versuche gemacht hatte, mein Ziel dadurch zu erreichen, dass ich das ganze Darmstück sammt den eingeschlossenen Thieren in toto zu härten, zu färben, einzubetten und zu schneiden unternahm, gelangte ich endlich auf einem anscheinend sehr einfachen Wege zum Ziel, nämlich

durch Härten mit Pikrinsäure und Färben mit Alaunkarmin resp. Hämatoxylin. Da indessen auch dieses Verfahren nur dann gute Resultate giebt, wenn man sehr sorgfältig verfährt, so will ich es zu Nutzen und Frommen event. Nachuntersucher ausführlich mittheilen.

Die Opalina findet sich am massenhaftesten in dem mit einer plötzlichen Erweiterung beginnenden Anfangstheile des Enddarmes. Bei den vielen Fröschen, die ich hier darauf untersucht habe, waren sie mit wenigen Ausnahmen stets außerordentlich zahlreich vertreten; neben ihnen von größeren Infusorien nur noch Paramaecium coli (Fig. 48) [1], in wechselnder Anzahl. Man fertigt die Präparate in der Weise an, dass man den Enddarm herausnimmt, das untere Ende des Dünndarms kurz abschneidet und aus der Öffnung ein wenig von dem Dickdarminhalt herausdrückt, der auf einen Objektträger in einem Tropfen Wasser sorgfältig verrührt wird. Mit einer feinen Pincette werden alle sichtbaren Substanzbröckel aus dem Tropfen herausgefischt; besonders zu achten ist auf alle Schleimfetzen und auf Steinchen. Dann wird das Deckgläschen, das nicht zu klein und recht dünn sein muss, aufgelegt. Der Tropfen darf nicht unter dem Rande hervortreten und die Schicht zwischen Objektträger und Deckglas muss möglichst dünn sein, damit wenigstens die größeren Opalinen stark abgeplattet werden. Nachdem man sich überzeugt, dass genügend Exemplare in dem Präparate vorhanden sind, macht man mittels eines Pinsels einen Rand von koncentrirter wässeriger Pikrinsäurelösung rund um das Deckglas und lässt in der feuchten Kammer die Pikrinsäure allmählich und von allen Seiten her unter das Deckglas dringen, was einen bis mehrere Tage in Anspruch nimmt. Dann wäscht man das Präparat sorgfältig aus, indem man destillirtes Wasser unter das Deckglas durchsaugt, bis die nunmehr mit bloßem Auge leicht wahrnehmbaren Opalinen vollständig farblos geworden sind. Dabei darf man nie mehr Flüssigkeit zutreten lassen, als man absaugt, damit das Deckglas nicht gehoben wird und die Thiere wegschwemmen. Dies Auswaschen nimmt mehrere Stunden gespannter Aufmerksamkeit in Anspruch. (Man thut gut, das Präparat alsdann wieder in die feuchte Kammer zu bringen und die Procedur des Auswaschens nach einigen Stunden oder am anderen Tage zu wiederholen.) Hierauf beginnt das Färben. In derselben

[1] Über dessen Kernverhältnisse ich wahrscheinlich demnächst ebenfalls eine ausführlichere Mittheilung machen kann.

Weise, wie die Pikrinsäure wird jetzt ein Rand von möglichst starker Alaunkarminlösung oder von frisch filtrirter unverdünnter Hämatoxylinlösung sogenannter GRENACHER'scher um das Deckglas gemacht und das Präparat wieder in die feuchte Kammer gebracht. Bei den Hämatoxylinpräparaten nach einigen Stunden, bei den Alaunkarminpräparaten nach einem bis mehreren Tagen, wird der überschüssige Farbstoff in derselben Weise ausgewaschen wie die Pikrinsäure; zeigt das Fließpapier keine Spur von Farbstoff mehr, so bringt man das Präparat wieder auf einige Stunden in die feuchte Kammer und wäscht nochmals aus. Dann saugt man reichlich absoluten Alkohol durch und umgiebt darauf den Rand des Deckglases mit einem dichtschließenden Ring von Nelkenöl. Nach kurzer Zeit ist der Alkohol verdunstet und durch Nelkenöl ersetzt; das Präparat ist jetzt fertig. Will man ein Dauerpräparat machen, so saugt man Xylol durch, bis das Nelkenöl verdrängt ist, und lässt dann vom Rande her eine sehr dünnflüssige Lösung von Kanadabalsam in Xylol eindringen, wobei man stets Obacht haben muss, dass die Kanadabalsamlösung in demselben Maße nachrückt, wie das Xylol verdunstet. Da jedoch hierbei gar zu leicht ein gutes Präparat wieder verdorben wird, empfehle ich, die eigentliche Untersuchung vorher vorzunehmen; das auf dem Deckgläschen zurückbleibende Immersionsöl lässt sich leicht mit Xylol wieder abschwemmen, ohne dass das Deckglas sich hebt.

Das Verfahren ist allerdings äußerst umständlich; die Herstellung eines einzelnen Präparates nimmt, selbst wenn man die Zwischenpausen abzieht, die Arbeit mehrerer Tage in Anspruch. Da aber jedes Präparat viele Dutzende von Thieren einschließt und jedes Thier bei gut genährten frischgefangenen Fröschen eine größere Anzahl von den verschiedensten[1] Theilungsstadien zeigt (Fig. 46), so ist die Arbeit doch wieder lohnend genug. Ich habe aber mit Absicht die Herstellung so ausführlich beschrieben, da Nachuntersucher nur dann zu befriedigenden Ergebnissen kommen werden, wenn sie mit derselben umständlichen Sorgfalt verfahren. Um ihnen Zeitverluste durch fruchtloses Experimentiren zu ersparen, will ich noch etwas mehr von meinen hierbei gemachten Erfahrungen mittheilen.

Verdünntere Härtungs- und Färbungslösungen ergaben ein minder gutes oder geradezu unbrauchbares Präparat. — Direktes Durchsaugen von Pikrinsäure zerstört in Folge der zu plötzlichen Einwirkung die meisten Thiere, indem sie entweder zu stark schrumpfen oder in ihrem Inneren Zerreißungen auf-

[1] Es ist vielleicht nicht überflüssig hervorzuheben, dass die verschiedensten Stadien neben einander in demselben Thier vorkommen (Fig. 46). Bekanntlich zeigen bei vielkernigen Zellen häufig sämmtliche Kerne das gleiche Stadium.

treten; dasselbe gilt für die Farblösungen und für Nelkenöl. — Theilweise Eintrocknung des Präparates, wenn auch noch so vorübergehend, bewirkt bleibende Veränderungen, indem die Kerne homogen werden und von inneren Strukturen nichts mehr erkennen lassen. — Anwesenheit von Schleimflocken im Präparat machen dasselbe nahezu unbrauchbar, da dieselben, einmal geronnen, dem Eindringen weiterer Flüssigkeiten allzu großen Widerstand entgegensetzen resp. die eingedrungenen allzu hartnäckig festhalten; nimmt man also nach dem Härten beim Auswaschen ihre Anwesenheit wahr, so verzichte man sofort auf die weitere Bearbeitung des Präparates. — Ohne befriedigende Ergebnisse blieben folgende Behandlungsweisen: Färbung der lebenden Thiere mit Essigkarmin nach SCHNEIDER, mit 1—5%iger Essigsäure mit Zusatz von Safranin, Gentianaviolett, Methylgrün, Jodgrün, Bismarckbraun, mit Pikrokarmin; Härtung mit Osmiumsäure, Osmiumessigsäure, Chromessigsäure, Chromosmiumessigsäure, Chromsäure, Pikrinschwefelsäure nach KLEINENBERG oder nach BLANC, Sublimat, Alkohol, Platinchlorid, Platin-Chrom-Osmium-Essigsäure, Palladiumchlorid; Färbung der mit Pikrinsäure vorbehandelten Präparate mit Pikrokarmin, ammoniakalischem Karmin, Boraxkarmin, Safranin, Gentianaviolett, Fuchsin und Methylenblau nach BAUMGARTEN; und noch manche anderen.

An gelungenen Präparaten sind nur das Chromatin und die Nucleolen gefärbt, alles Andere ist farblos. Die Wimpern sind gerade gestreckt und gut erhalten, im Inneren des Thieres sind keine Kontinuitätstrennungen aufgetreten, keine örtlichen Schrumpfungen oder Verquellungen nachzuweisen.

Von den Kernformen, die ich an diesen Präparaten mit Hilfe eines guten Instrumentes, das hier allerdings erforderlich ist (ich benutzte SEIBERT homogen $^1/_{12}$" und HARTNACK homogen $^1/_{18}$", ABBÉschen Beleuchtungsapparat, ENGELMANN'schen Dunkelkasten), beobachtete, gebe ich eine Reihe von Abbildungen auf der beigefügten Tafel.

Da alle Versuche, den Vorgang während des Lebens zu beobachten, fruchtlos blieben, muss ich die Reihenfolge der einzelnen Kernfiguren nach der an anderen Objekten festgestellten bestimmen. Es lässt sich dies Verfahren, das ich schon früher bei Hydra befolgen musste, um so eher rechtfertigen, als bei diesem Objekt nicht nur die chromatischen Kernfiguren, sondern auch die Kerngrundsubstanz sehr deutlich ist, so dass man die Abschnürung des Gesammtkerns sehr genau verfolgen kann. Auch bietet das Objekt, da alle Kerne ohne Ausnahme der Beobachtung zugänglich sind, die Möglichkeit, zu jedem Kern, der Tochterstruktur zeigt, den zugehörigen Schwesterkern aufzufinden.

Der ruhende Kern zeigt die bekannten drei Bestandtheile, das Chromatin, die Nucleolensubstanz (Prochromatin) und die Kerngrundsubstanz (Achromatin), wozu als vierter das erst während der

Kinese sichtbar werdende, im Ruhestadium durch die Chromatinfigur verdeckte Parachromatin kommt.

Das Chromatin zeigt im Ruhestadium (Fig. 1—8) ein feines unregelmäßiges Netzwerk von ungleich dicken Fäden. Die Randschicht ist stärker ausgeprägt, kann aber nur bei schwachen Linsen den Anschein einer (doppeltkontourirten) Membran vortäuschen; bei stärkerer Vergrößerung sieht man, dass sie aus dickeren Fadenabschnitten zusammengesetzt ist. Ihre äußere Grenze fällt ziemlich genau mit der Kerngrenze zusammen. Im Übrigen ist der Kern sehr chromatinarm, bleibt selbst bei guter Färbung blaß. — Die Nucleolen sind fast immer in der Mehrzahl vorhanden und relativ groß. Sie scheinen wandständig zu sein; wenigstens sieht man sie überaus häufig als abgeplattete Körper an der Peripherie liegen (Fig. 4, 5, 7, 8), und kann danach vermuthen, dass sie in den anderen Fällen der oberen oder unteren Wand anliegen. Ihre Anordnung erinnert bisweilen auffallend an das reife Froschei (Fig. 8).

Der Beginn der Kinese giebt sich kund durch die Ausbildung eines Knäuels von gleichmäßiger Fadendicke. Zuerst sehr feinfädig und engmaschig, füllt er noch den ganzen Kern aus (Fig. 9, 10, 11): dann wird sein Faden dicker, seine Windungen lockerer, er lässt die eigentliche Kerngrenze hervortreten (Fig. 12). Bald lässt sich die stattgehabte Segmentation erkennen (Fig. 13); ob diese schon bei den früheren Stadien vollendet war, lässt sich bei der Kleinheit des Objektes nicht feststellen. Die Fadenabschnitte verdicken und verkürzen sich, wodurch der Haufen immer lockerer wird (Fig. 14—17), ziehen sich von der Peripherie zurück und mehr nach dem Centrum zusammen (Fig. 18). Die einzelnen Schleifen ordnen sich zu einer Mittelplatte: Schlingenscheitel central, freie Enden peripher gerichtet (Fig. 19—25). (Bei der Polansicht würden wir hier das Bild eines Muttersterns haben; doch liegt die Theilungsachse bei diesen Präparaten immer in der Ebene des Gesichtsfeldes.) Während dieser Phase findet die Längsspaltung der Fäden statt, die ich trotz der Kleinheit des Objektes in einzelnen Fällen sehr deutlich wahrnehmen konnte (Fig. 21).

Jetzt folgt die Metakinese: die Segmente erleiden eine Umordnung derart, dass die freien Enden nach dem Äquator, die Umbiegungen nach den Polen gerichtet sind (Fig. 26 seq.) Ob diese Umordnung mit der Längsspaltung direkt verbunden ist, ob die letztere in der Weise vor sich geht, dass die Spaltprodukte gleich nach

den beiden Polen aus einander weichen, wie Heuser[1] gefunden hat, versuche ich hier nicht zu entscheiden.

Die beiden Segmentkomplexe, die aus der Metakinese resultiren, rücken weiter aus einander und konsolidiren sich allmählich, wobei jedoch noch lange die sternartige Anordnung in der Hauptrichtung der Balken des Chromatingerüstes zu erkennen ist (Fig. 45).

So weit die Formveränderungen des Chromatins, die ja von den an anderen Objekten beobachteten keine wesentlichen Verschiedenheiten darbieten.

Dagegen zeigt die Kerngrundsubstanz ein Verhalten, das in mancher Beziehung sehr interessant ist. Hauptsächlich besteht dies darin, dass sie sich stets scharf vom Zellleib abhebt. Ich habe ja erst kürzlich[2] die Frage erörtert, ob der Kern als Ganzes während der Kinese selbständig bleibt, und habe diese Frage bejahen können. Hier sehen wir den Kern stets von einer scharfen Linie begrenzt, mag die Chromatinfigur sich auch noch so sehr aufgelockert haben. Was bedeutet diese Grenze? Ich habe s. Z. nach Beobachtungen an Hydra[3] vermuthet, dass der Kern nach außen begrenzt sei von einer Membran, die aus einer Modifikation des Achromatins, also aus Parachromatin bestände. Wie ich in meiner letzten Arbeit mitgetheilt habe[4], ist mir diese Vermuthung wieder zweifelhaft geworden — ich glaubte mich zu überzeugen, dass ich mich getäuscht hätte. Die Beobachtungen an Opalina haben mich indessen wieder

---

[1] Beobachtungen über Zellkerntheilung. Bot. Centralblatt 1884 Nr. 1—5. — So überaus einleuchtend diese fundamentale Entdeckung ist, so kann ich doch ein Bedenken nicht verschweigen: Ich finde bei den besten Salamandrapräparaten neben solchen Figuren, die ein deutlich polarwärts gerichtetes Auseinanderweichen der Spaltungsprodukte zeigen, stets auch Äquatorialansichten von Muttersternen, bei denen die Längsspaltung schon abgelaufen ist, wie man an der Feinheit und der großen Anzahl der Segmente erkennt, und bei denen die Segmente nicht mehr paarweise mit parallelem Verlaufe dicht neben einander liegen, sondern alle mit ihren freien Enden gleich weit von einander entfernt sind. Hier ist also auf den dickfädigen Mutterstern nach der Längsspaltung das Stadium des feinfädigen Muttersterns mit dem Schema: Schlingenscheitel nach dem Äquator, freie Enden nach den Polen, gefolgt. Ich kann mir schwer vorstellen, wie jetzt noch je eines der beiden Tochtersegmente nach der entgegengesetzten Seite des Äquators hinüberwandern soll. Es bedarf dieser Punkt entschieden noch weiterer Aufklärung.

[2] Zur morphologischen Bedeutung des Zellkerns. Morpholog. Jahrbuch. XI.

[3] Beitrag zur Lehre vom Bau des Zellkerns und seinen Theilungserscheinungen. Arch. f. mikr. Anatomie XXII. pag. 683.

[4] l. c. pag. 10.

irre gemacht: hier scheint wirklich eine derartige Membran vorzuliegen. Doch bin ich noch zu keiner bestimmten Ansicht gekommen. Nur das kann ich bestimmt behaupten, dass wir es hier nicht mit einer STRASSBURGER'schen Kernmembran, oder wie ich es damals bezeichnete, inneren Zellmembran[1], also mit einer Modifikation der Substanz des Zellleibes, zu thun haben: alle Mittel, die die Zellleibstrukturen erblassen ließen, ließen diese Grenzerscheinung nur um so stärker hervortreten. — Dass die Kerngrundsubstanz nicht etwa mit dem Paraplasma des Zellleibes identisch ist, habe ich in meiner letzten Arbeit damit bewiesen, dass sie gegen Reagentien ein ganz typisches Verhalten zeigt, wovon weder das Paraplasma noch der »Inhalt beliebiger Vacuolen« (HEUSER, l. c. pag. 21 je etwas erkennen lässt.

Auf meine Bemerkung, dass ich mich der von FLEMMING gemachten Concession, die Bezeichnung: Kernsaft wieder aufzunehmen, nicht anschließen kann (Arch. f. mikr. An. XXII pag. 619), hält mir UNNA Monatshefte f. prakt. Dermatol. III, Nr. 1 entgegen, dass wir den Inhalt einer Weinbeere ja auch »Saft« nennen. Ich muss sagen, dass ich mir von jeher unter dem »edlen Saft der Trauben« keine zähe Gallerte, sondern gerade etwas recht tropfbar Flüssiges vorgestellt habe. Jedenfalls gebrauchen wir in der Histologie das Wort Saft nur in dieser Beziehung — ich glaube nicht, dass Jemand z. B. den Glaskörper als einen Saft bezeichnen würde. In der Bedeutung, in der wir nun einmal in der Histologie die Bezeichnungen Substanz und Saft zu gebrauchen pflegen, genommen, lassen sich beide ziemlich gut nach ihrem Verhalten gegen Reagentien unterscheiden. Das Kriterium ist, dass Substanzen, mögen sie auch noch so wasserreich sein, sich »härten« lassen — Säfte nicht.

Dank dieser scharfen Abgrenzung können wir bei diesem Objekte nicht nur das Verhalten des chromatischen Kernbestandtheils, sondern auch das des ganzen Kerns bei der Kerntheilung genau verfolgen. Wenn wir von allen im Inneren des Kernes vor sich gehenden Formveränderungen absehen, so verhält sich der Kern bei Theilung folgendermaßen:

Der ruhende Kern erscheint stets kreisrund, ist aber vermuthlich stark abgeplattet. Während der ersten Hälfte der Karyokinese bleibt er rund oder nimmt eine ovale Form an. Merkwürdigerweise fällt aber seine große Achse keineswegs immer mit der Theilungsachse zusammen, sondern steht häufig recht winklig dazu, fällt also in die Theilungsebene (Fig. 21, 26), bisweilen selbst dann noch, wenn die chromatischen Schlingen schon an den Polen des

[1] l. c. pag. 683.

Kerns angelangt sind (Fig. 33, 34); eine Erscheinung, die mir vollkommen räthselhaft geblieben ist. — Weiterhin tritt am Kern eine Einschnürung auf (Fig. 35), die immer tiefer eindringt (Fig. 36), bis die beiden Tochterkerne nur noch durch einen dünnen Faden zusammenhänge (Fig. 37—39), der wohl beim weiteren Auseinanderrücken zerreißt. Beachtenswerth ist, dass dies Auseinanderweichen, schon während die Kerne noch zusammenhängen, nicht immer in gerader Linie erfolgt (Fig. 37); bei zusammengehörigen, schon selbständig gewordenen Tochterkernen bilden die Achsen einen Winkel (Fig. 40, 42, 43), der bis zu 90° steigen kann (Fig. 41).

Nucleolen. Die Nucleolen sind, wie bereits erwähnt, relativ groß und meistens in größerer Zahl vorhanden. Bei der Kinese verschwinden sie allmählich, aber später als bei anderen Objekten — bisweilen sind sie noch bis zur Metakinese vorhanden. Dass sie nicht direkt in die chromatische Figur übergehen, kann man bei diesem Objekt besonders deutlich beobachten. Sie liegen häufig am Spindelpol (Fig. 19, 20, 25); dass aber keine Verwechslung mit Polkörperchen vorliegt (von denen ich hier nichts wahrgenommen habe), geht, abgesehen von ihrer starken Färbbarkeit, daraus hervor, dass am anderen Pol sich kein derartiges Gebilde findet und dass sie bisweilen auch an anderen Stellen der Peripherie liegen (Fig. 19). Letzteres spricht auch gegen die etwaige Annahme, dass ihre Substanz in den Spindelfasern der Chromatinfigur zuströme.

Von großer Bedeutung für unsere Beurtheilung ihres morphologischen Werthes ist die Beobachtung, dass sie auch bei ihrer Neubildung in den Tochterkernen von der chromatischen Figur entfernt liegen. In einem besonders klaren Fall (Fig. 41) lagen sie weit von allen chromatischen Elementen (und so weit es sich feststellen ließ, auch von der Kernmembran) ganz isolirt in der Kerngrundsubstanz. Dies war mir um so überraschender, als auch ich früher der Überzeugung war, dass sie, wenn auch vom Chromatin wesentlich verschieden, doch im direkten Anschluss an der Chromatinfigur entständen[1].

[1] Die Bezeichnung der Nucleolensubstanz als »Prochromatin«, die ich früher (Arch. f. mikr. Anat. XXII, pag. 619) vorgeschlagen, muss ich jetzt als noch zu vielsagend verwerfen und möchte statt dessen den farbloseren Namen: »Pseudochromatin« vorschlagen. Ich hatte selbst a. a. O. (pag. 681) davor gewarnt, derartige Benennungen voreilig nach dem anscheinenden oder vermutheten biologischen Charakter der zu bezeichnenden Substanz zu wählen; — nun bedeutet aber »Prochromatin« eine Vorstufe, eine genetisch zusammenhängende

Parachromatin. Leider war ich gezwungen, möglichst starke Aufhellungen anzuwenden, und konnte desshalb die Spindelfasern nur in besonders günstigen Fällen und auch dann nur sehr undeutlich wahrnehmen. Wo ich sie wahrnehmen konnte, lagen die Spindelpole stets an der Peripherie des Kernes (Fig. 19—23, 27, 29); waren die Chromatinhälften schon aus einander gerückt, so vermochte ich bisweilen auch intermediäre Fasern wahrzunehmen (Fig. 29, 31). Dass die Untersuchungen in dieser Beziehung so erfolglos waren, ist sehr zu bedauern, da die scharfe Ausprägung der Kerngrenze die Lösung mancher Frage begünstigt hätte, wie das Verhalten der Fasern bei der Abschnürung, die Beziehungen zwischen Kernspindel und den Radienphänomenen im Zellleib (von welchen letzteren ich nebenbei gesagt hier keine Andeutung fand) u. a. m. Vielleicht ist ein Anderer glücklicher als ich, desshalb wollte ich es nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen.

Werfen wir einen Rückblick auf die Resultate, so sehen wir, dass in allen wesentlichen Punkten der Kerntheilungsvorgang bei dem vorliegenden Objekte derselbe ist wie bei den Amphibien und Säugethieren. Manche Verhältnisse sind hier leichter festzustellen, wie die Selbständigkeit des Gesammtkerns, die Abschnürungserscheinungen, das Verhalten der Nucleolen beim Entstehen und Vergehen; andere schwieriger wegen der Kleinheit der Kerne (5—8 μ). Immerhin können wir behaupten, dass nur quantitative Unterschiede bestehen, Unterschiede in den relativen Mengenverhältnissen der einzelnen Kernbestandtheile und daraus hervorgehende Unterschiede in der Form derselben: 1) geringerer Reichthum an Chromatin, daher blassere Färbung des ruhenden Kerns, relative Kleinheit der chromatischen Figur während der Theilung[1]; 2 stärkere Ausbildung von Nucleolensubstanz, daher späteres Verschwinden der Nucleolen:

Abart des Chromatins, während die vorliegenden Untersuchungen von mir, und mehr noch die neueren Untersuchungen von ZACHARIAS (Über den Nucleolus. Bot. Zeitung 1885 Nr. 17—19) beweisen, dass das Chromatin und die Nucleolensubstanz wohl nichts Anderes mit einander gemeinsam haben, als die untergeordnete Eigenschaft, sich bei den meisten Färbemethoden gleicherweise stark zu färben.

[1] Die Chromatinfigur nimmt während der Kinese an räumlicher Ausdehnung ab, während der Gesammtkern fortwährend an Volumen zunimmt. An den Abbildungen tritt dies nicht hervor, da sie verschiedenen Thieren entnommen sind; nun zeigt das eine Thier größere, das andere kleinere Kerne, aber innerhalb desselben Thieres haben sämmtliche Kerne eine ziemlich konstante Größe.

3 stärkere Ausbildung von Parachromatin. Kurz es sind genau dieselben Verhältnisse, wie ich sie bei Hydra fand und wie sie bei höheren Thieren in embryonalen Zellen wiederkehren. Im Übrigen ist der Vorgang der Kerntheilung bei diesem Protozoon genau derselbe wie beim Menschen und darin sehe ich ein Resultat von fundamentaler Bedeutung. Es ist auch die Möglichkeit auszuschließen, dass bei Opalina neben der karyokinetischen die sog. »direkte« Kerntheilung vorkomme. Dank der Schärfe, mit der die Kerngrenze während des ganzen Vorganges hervortritt, konnte ich mit Sicherheit konstatiren, dass (abgesehen von Präparaten, die vorübergehend eingetrocknet waren, s. oben) nie ein Kern Abschnürungserscheinungen zeigt, ohne die entsprechende karyokinetische Chromatinfigur im Inneren aufzuweisen.

Was ich bis jetzt nachgewiesen habe, ist also Folgendes: Bei einem bestimmten Thier, das unbezweifelt ein Protozoon ist, kommen Gebilde vor, die bis in die kleinste Einzelheit genau denselben Bau haben, wie die ruhenden resp. die sich theilenden Kerne der Metazoen von den Coelenteraten an bis zum höchsten Wirbelthier. Außer diesen Gebilden kommen bei ihm nur noch solche vor, die in keiner Beziehung eine Ähnlichkeit mit dem haben, was wir bei den Metazoen als Zellkerne bezeichnen. Ich darf also wohl behaupten: 1) dass nur die ersteren als Kerne zu bezeichnen sind; 2) dass somit alle Kerne der Opalina ranarum den gleichen Bau besitzen, wie die Gewebszellkerne der Salamanderlarve; 3) dass die Kerne der Opalina sich nur nach jenem Modus vermehren, der als Karyokinese bekannt ist und für den die Salamanderlarve das Paradigma abgiebt.

Können wir diese Schlüsse verallgemeinern, können wir behaupten, dass sie für jedes Protozoon gelten? Die Frage ist sehr schwer, und vorläufig noch gar nicht zu beantworten.

Sehen wir die Litteratur durch, so finden wir absolut keine Stütze dafür. Bis jetzt ist »echte« Karyokinese, um mich dieses Ausdrucks zu bedienen, bei Protozoen noch von keinem Forscher beobachtet worden. Selbst die neuesten Angaben von R. Hertwig[1] und A. Gruber[2] beschreiben höchstens eine Art Übergang von der »direkten« zur »indirekten« Kerntheilung. Die älteren Angaben da-

[1] Über die Kerntheilung bei Actinosphaerium. Jen. Zeitschr. XVII.

[2] Über Kerntheilungsvorgänge bei einigen Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. XXXVIII. — Über Kern und Kerntheilungen bei den Protozoen. Ib. XL.

gegen enthalten entweder, wie die klassischen Arbeiten von Bütschli, nur einen Hinweis auf das Vorkommen derartiger intranucleärer Differenzirungen, oder sie stammen aus einer Zeit, wo man derartige Beobachtungen überhaupt noch nicht machen konnte, aus Mangel an geeigneten Instrumenten und Methoden. Von letzteren muss ich hier eine erwähnen, die von Engelmann[1], da sie sich gerade auf unser Objekt, die Opalina ranarum bezieht. Dieser Autor hat die bei der Kernvermehrung stattfindenden äußeren Veränderungen der Kerne ganz zutreffend beschrieben und abgebildet und auch von den inneren Vorgängen finden sich schon Spuren angedeutet: dass letztere nicht genauer erkannt wurden, ist in Berücksichtigung der Abfassungszeit nicht im mindesten auffällig. Was dagegen sonst noch an Angaben über Bau und Vermehrung der Protozoenkerne existirt, zu berücksichtigen, würde weit über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausgehen, da allein schon die Angabe der Titel einen Bogen füllen könnte; ich muss mich darauf beschränken, auf die einschlägigen zoologischen Sammelwerke und auf Monographien wie die von Bütschli oder Flemming verweisen. Während es wohl möglich ist, eine gedrängte Übersicht über die Anschauungen betr. Neubildung von Kernen bei den Protozoen zu geben, ist dies für die Protozoen geradezu unmöglich: denn während es bei den Metazoen nur selten zweifelhaft bleibt, ob ein Gebilde als Kern aufzufassen ist oder nicht, ist bei den Protozoen stets der Streit, ob etwas als Nucleolus, als Kern oder gar als Zelle aufzufassen ist. Bevor man also an ein Zusammenfassen der früheren Angaben gehen kann, muss man entscheiden können, was das beschriebene Gebilde vorstellt, und das ist erst möglich, wenn man sich lange und eingehend mit solchen Untersuchungen selbst beschäftigt hat. Denn es ist ein großer Irrthum, anzunehmen, dass die Protozoen besonders einfach und übersichtlich gebaut seien: gerade bei den einzelligen Organismen, den Protozoen und den Eiern, kommt die intracellulare Differenzirung zur höchsten Ausbildung, und damit wächst die Schwierigkeit, die einzelnen Bestandtheile richtig zu deuten. Bei dem mitabgebildeten Paramaecium coli (Fig. 48) z. B. würde man das große wurstförmige Gebilde, das schon beim lebenden Thiere sichtbar ist und auf Essigsäurezusatz noch deutlicher hervortritt, als Kern ansehen und das Thier als einkerniges Infusorium bezeichnen. Bei scharfer Färbung treten indessen noch weitere zahlreiche aber sehr viel kleinere Gebilde

[1] Über Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. Morphol. Jahrb. I.

hervor siehe die Abbildung), die ganz kernartig reagiren. Statt sie aber als Nebenkerne gegenüber dem großen Hauptkern zu deuten, muss ich jetzt nach eingehenderer Untersuchung vermuthen, dass sie die eigentlichen Kerne, also die »Hauptkerne«, darstellen, und dass der zuerst gefundene »Kern« ein ganz anderes Gebilde, ein Gebilde sui generis von noch gänzlich räthselhafter Bedeutung sei. — Ist diese intracelluläre Komplicirtheit ein großes Hindernis für eine genauere Untersuchung, so besteht ein zweites eben so großes in den Schwierigkeiten, die gerade die einzelligen Organismen der Untersuchung in rein technischer Beziehung darbieten — wer auch nur jemals den Kern eines Froscheies gut zu färben versucht hat, weiß das aus Erfahrung. Lebend zeigen die einzelligen Organismen fast nie etwas von inneren Details, eben wegen der überaus großen Mannigfaltigkeit der in ihrem Inneren enthaltenen Substanzen. Wendet man dagegen Reagentien an, so verzögert die äußere schützende Hülle deren rasches und gleichmäßiges Eindringen; und haben die Reagentien einmal diesen Widerstand überwunden, so pflegen sie gleich die tiefgehendsten Veränderungen und Zerstörungen im Inneren hervorzurufen.

Ich glaube nach alle dem die Überzeugung aussprechen zu dürfen, dass auch die neueren Angaben über Kernvermehrung bei den Protozoen noch nicht als definitiv anzusehen sind und dass, in vielen Fällen wenigstens, bei erneuerter Prüfung sich noch eine größere Übereinstimmung zwischen jenen Angaben und den meinigen wird herstellen lassen. Wenn wir den Entwicklungsgang unserer Kenntnisse der organisirten Welt vor unserem Auge vorüberziehen lassen, so sehen wir, dass man von jeher immer die Verschiedenheit gesucht, aber schließlich die Übereinstimmung gefunden hat — die Natur ist immer viel einheitlicher, als man vorher gedacht hat. Haben wir also von Homo sapiens bis zu Opalina ranarum eine so weitgehende Übereinstimmung in dem Bau und den Theilungserscheinungen des Kerns, so kann ich nicht umhin anzunehmen, dass innerhalb der Protozoen sich dieses Verhältnis nicht so rasch ändern wird. Aber wenn mich dieser Standpunkt auch hindert, die Untersuchungsergebnisse so hervorragender Forscher, trotzdem ich ihnen keine eigenen Untersuchungen an demselben Thier entgegenzustellen habe, ohne Weiteres als richtig anzuerkennen, so will ich andererseits die Möglichkeit, dass sie sich bestätigen werden, nicht in Abrede stellen. Ich fühle mich verpflichtet, offen meine Vermuthung auszusprechen, dass es sich bei den von jenen Autoren beschriebenen

Verlag v. Wilh. Engelmann in Leipzig.

Vorgängen in Wirklichkeit um eine echte Karyokinese handelt: aber statt direkt eine Polemik zu beginnen, glaube ich richtiger zu handeln, wenn ich erst weitere Untersuchungen abwarte, zu denen meine vorliegenden Mittheilungen hoffentlich anregen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVI.

Fig. 1—45. Kerne von Opalina ranarum.

Sämmtliche Abbildungen sind Präparaten entnommen, die auf die im Text angegebene Weise mit Pikrinsäure gehärtet, mit Alaunkarmin oder Hämatoxylin gefärbt und in Nelkenöl oder Glycerin untersucht wurden.

Alaunkarmin und Nelkenöl: Fig. 1, 4, 5, 14, 16—18, 21—24, 26, 30, 32—37, 40, 43—45.

Hämatoxylin und Nelkenöl: Fig. 6—13, 15, 19, 20, 28, 41.

Hämatoyxlin und Glycerin: Fig. 2, 3, 25, 27, 29, 31, 38, 39, 42.

Die Kontouren sind entworfen nach SEIBERT homogen $^1/_{12}$″ mit dem OBERHÄUSER'schen Zeichenapparat, die Zeichnungen selbst ausgeführt nach SEIBERT homogen $^1/_{12}$″ oder HARTNACK homogen $^1/_{18}$″.

Fig. 1—8. Ruhestadium.
Fig. 9—12. Knäuel.
Fig. 13—18. Segmentirter Knäuel.
Fig. 19—25. Mutterstern.
Fig. 21. Längsspaltung.
Fig. 26. Metakinese.
Fig. 27—34. Auseinanderrücken der Tochtersterne.
Fig. 35—39. Abschnürung des Kerns.
Fig. 40—45. Tochterkerne.
Fig. 41. Auftreten von Nucleolen.

Fig. 46—48 sind ebenfalls nach SEIBERT homogen $^1/_{12}$″, aber in verkleinertem Maßstabe wiedergegeben.

Fig. 46. Opalina ranarum. Ausgewachsenes Exemplar. Pikrinsäure, Alaunkarmin, Nelkenöl. Nach verschiedenen Einstellungen kombinirt.
Fig. 47. Dasselbe, frisch, nach Einwirkung von Pikrinsäure. Einstellung auf die Oberfläche.
Fig. 48. Paramaecium coli. Pikrinsäure, Hämatoxylin, Nelkenöl. Mittlere Einstellung.

Bemerkungen über den „Astragalus“ und das „Intermedium tarsi“ der Säugethiere.

Von

Dr. G. Baur,
New Haven, Conn.

Mit Tafel XXVII.

Bardeleben hat in einem kleinen Knochenstückchen, welches bei vielen Marsupialiern dem Astragalus meist aufgelagert ist, und welches bei Embryonen des Menschen des zweiten Monates isolirt vorkommen, später mit dem Astragalus verwachsen soll, ein Homologon des Intermedium (Intermedium[1]) erblickt.

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die schon ziemlich beträchtliche Litteratur über diesen Gegenstand zusammenzustellen, und das Ganze kritisch zu untersuchen.

Der Erste, welcher, so viel mir bekannt, jenes Knochenstückchens bei den Marsupialiern Erwähnung thut, ist Owen:

On the Osteology of the Marsupialia. Transactions Zool. Soc. London. Vol. II. 1841 (communicated October 9, 1838). pag. 406: »In the Dasyurus macrurus I observe a small sesamoid bone wedged between the astragalus, tibia and fibula at the backpart of the ankle-joint.« Dieselbe Stelle findet sich wörtlich abgedruckt in R. B. Todd. Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. 1839—1847. London pag 286 (R. Owen: Artikel Marsupialia); ferner in Owen's Anatomy of Vertebrates. Vol. II. Birds and Mammals. London 1866. pag. 361.

Zum vierten Male erwähnt Owen das betreffende Knochenstück in: »On the Osteology of the Marsupialia« (Pars IV). Bones of the Trunk and Limbs, Phascolomys. Transact. Zool. Soc. Vol. VIII. Part. 8. London 1874. (Read 3rd Dec. 1872.) pag. 496: »The tarsus of Phascolomys (Pl. LXX Fig. 8, 9, 10) consists of the usual seven bones — »naviculare« (*s*), »astragalus« (*a*), »calcaneum« (*cl, ct*), »ento-« (*ei*), »meso-« (*em*), »ecto-« (*ec*) cuneiforms and »cuboid« (*b*), together

with the peculiar marsupial accessory ossicle (as described in Dasyurus macrurus) as, a small sesamoid bone wedged in between the astragalus, tibia, and fibula.«

Owen nennt dieses accessorische Knöchelchen »pyramidale«. pag. 497: »The »pyramidale« (ib. Fig. 8ⁿ, has a slightly convex non-articular base, which is turned backward, the three sides of the cone are almost flat and articular, the under anterior one plays upon the hinder part of the upper articular surface of the astragalus, the upper one upon the hindend of the horizontal terminal articular surface of the tibia, the outer one upon the hindend of the malleolar surface of the fibula.« Owen's Abbildung Taf. LXX Fig. 8 ist vorzüglich.

Dies sind die einzigen Mittheilungen, welche ich über das »Intermedium tarsi« der Säugethiere vor Bardeleben (1883) in der Litteratur finden konnte.

Ich gehe nun zu den Befunden beim Menschen (Talus secundarius) über.

W. Gruber, Vorläufige Mittheilung über die sekundären Fußwurzelknochen des Menschen. Archiv für Anat. und Physiol. Jahrg. 1864. pag. 286—290. Gruber kennt den Talus secundarius seit 1854. Von älteren Autoren, welche über diese Verhältnisse berichten, nennt er:

Cloquet, Bull. de la Soc. anat. de Paris. ann. XIX. 1844. No. 3. pag. 131.

Hyrtl, Über die Trochlearfortsätze der menschlichen Knochen. Mit 4 Taf. Denkschriften der Kais. Akad. der Wiss., math.-naturw. Kl. Bd. XVIII. Wien 1860. pag. 153.

J. Chr. Rosenmüller, De nonnullis musculorum corporis humani varietatibus. Lipsiae 1804. 4⁰. pag. 8.

A. Schwegel, Knochenvarietäten. Zeitschr. für rationelle Medicin von Henle und Pfeufer. Dritte Reihe. Bd. 5. Leipzig und Heidelberg 1859. pag. 318.

Gruber bemerkt, dass nur die Fälle von Cloquet und Hyrtl hierher gehören, dass die von Rosenmüller und Schwegel beschriebenen Verknöcherungen Sesambeine sind. Er selbst theilt Folgendes mit pag. 286—287: »Der Talus secundarius vertritt die Stelle des Tuberculum laterale der hinteren Fläche des Talus und hilft den Sulcus tali zur Aufnahme der Sehne des M. flexor longus hallucis bilden. Er hat in der Regel die Gestalt eines Viertelsegments eines sphärischen Körpers. Seine Größe variirt. Ich sah den Knochen in einem Falle so groß, dass er 10 Linien in transversaler Richtung, 8 Linien in vertikaler und 6 Linien in sagittaler im Durchmesser hat. Sein Vorkommen ist durch Bildungsanomalie und Bildungshemmung zugleich bedingt. Es tritt nämlich anomaler Weise im Tuberculum laterale der hinteren Seite des Talus, die ich noch im 11. Jahre ganz knorplig angetroffen habe, ein zweiter besonderer Ossificationspunkt auf, nie normaler Weise ein solcher im knorpligen Tuber des Calcaneus im 8.—10. Lebensjahre. Dieser zweite Ossificationspunkt bildet bei fortschreitender Verknöcherung eine auf das Tuberculum laterale posterius tali beschränkte Epiphyse. Diese anomal vorkommende Epiphyse verschmilzt bald knöchern mit dem Talus, bald bleibt sie davon isolirt. Ist Letzteres der Fall, so steht sie entweder zeitlebens durch Synchondrose mit dem Talus in Verbindung, oder vereinigt sich damit durch eine Art Gelenk, welches sich in der Synchondrose durch Erweichung und Verflüssigung vom Centrum gegen die Peripherie bildet und wird ein selbständiger Knochen, d. i. der Talus secundarius.«

L. Stieda, Über sekundäre Fußwurzelknochen. Arch. für Anat. und Physiol. Jahrg. 1859. pag. 108—111, berichtet pag. 108—109: »Am häufigsten gestaltet sich ein Theil des Talus zu einem selbständigen Knöchelchen. Bekanntlich besitzt der Talus hinten einen Fortsatz (Processus tali posterior), welcher durch eine der Sehne des Musculus flexor hallucis entsprechende Furche ausgezeichnet ist. Durch die Furche tritt an dem genannten Processus ein laterales und ein mediales Höckerchen (Tuberculum laterale et mediale proc. p. t., hervor. Es kann nun aber das laterale Tuberculum als ein besonderer Knochen auftreten, welcher durch Synchondrose oder durch ein Gelenk dem Körper des Talus vereinigt ist.«

A. Friedlowsky, Über Vermehrung der Handwurzelknochen durch ein Os carpale intermedium und über sekundäre Fußwurzelknochen. Mit 1 Tafel. (Vorgelegt in der Sitzung am 20. Januar 1870.) Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch. Bd. LXI. Heft IV. Jahrgang 1870. Wien 1870. pag. 584—596, spricht über den Talus secundarius pag. 589—591: »An dem rechten Fuße eines Weibes jüngeren Alters liegt dicht neben der Rinne für den Musc. flexor hallucis longus ein bei hinterer Ansicht nahezu dreieckiger Knochen, welcher in geringem Grade beweglich am Sprungbein aufsitzt. Im Maximum beträgt seine Länge von unten nach oben 6‴, von außen nach innen $6^1/_2$‴, von hinten nach vorn $3^1/_2$‴. Es lassen sich daran vier Flächen unterscheiden. Die unebene, hintere besteht aus einem oberen, größeren, dreieckigen Segment, mit der Spitze nach außen, der Basis nach innen und unten, und einem unteren, kleineren, ebenfalls dreieckigen Abschnitte, mit der Spitze nach unten und der Basis nach außen und oben. Die Kante, unter welcher beide zusammenstoßen, ist abgerundet.

Die vordere Fläche, dreieckig, mit oberer, innerer Spitze und nach unten und außen gerichteter Basis, ist an eine gleich geformte des Talus, dicht neben dem Sulcus musc. flexoris hallucis longis, außen und vorn vor demselben lagernd, durch eine große Menge feiner Fäden festgehalten.

Die innere Fläche, langgestreckt, bohnenförmig, mit nach vorn und innen gerichtetem Stigma der Bohne, ist geglättet und bildet, die Rinne für die Sehne des langen, großen Zehenbeugers bedeutend vertiefend, die äußere Wand derselben.

Die untere Fläche, halbmondförmig von Gestalt, mit hinterem und äußerem konvexen und vorderem, innerem konkaven Rande, ist eine etwas gehöhlte Gelenkfläche, die auf dem hinteren Bezirke der am Fersenbeinkörper dem Sprungbein zugewandten artikulirt.« —

»Noch eines kleinen, linsenförmigen Knochenkerns (Os sesamoideum superius) ist hier Erwähnung zu thun, der an die innere, obere Ecke des überzähligen Fußwurzelknochens durch kurzes, strammes Bindegewebe festgebunden ist, und eine mit Knorpel bedeckte freie Fläche aufweist, deren Überzug dem Vorbeistreifen der Sehne des langen Beugers der großen Zehe seine Entstehung verdankt. Hierzu Fig. 2.«

Die nächste Mittheilung verdanken wir F. J. Shepherd, A hitherto undescribed fracture of the astragalus. Journ. Anat. and Physiol. Vol. XVII. London und Cambridge 1883. pag. 79—81. Shepherd scheint die vorausgehende Litteratur nicht zu kennen und beschreibt drei Fälle als Bruch des Astragalus.

W. Turner, A secondary Astragalus in the human foot. ibid. pag. 82—83 macht Shepherd auf Gruber's und Stieda's Arbeiten aufmerksam und be-

schreibt einen neuen Fall. »I have now before me the bones of the left ankle, obtained two sessions ago in the dissecting-room of the University of Edinburgh, in which the posterior part of the astragalus, situated behind the articular surface of the tibia, was quite distinct from the rest of the bone. — In the same foot a sesamoid bone was developed in the tendon of the tibialis posticus, close to its insertion into the tubercle of the scaphoid bone.«

»I entertain a similar view to that held by Professors Gruber and Stieda, and believe that we are to look for the origin of this ossicle, not to a fracture of the astragalus, as described by Dr. Shepherd, but to the presence of a secondary centre of development for the posterior part of the bone, which has not fused with the general body of the astragalus, but has formed an independent ossicle«.

Bardeleben's erste Mittheilung über das »Intermedium tarsi« geschah am 1. März 1883. K. Bardeleben, Das Intermedium tarsi beim Menschen. Sitzungsber. der Jenaischen Gesellsch. für Medicin und Naturwissensch. 1883. 1. März.

Ich gebe Bardeleben's eigene Worte in: Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Physiologie. Bd. XII. Litteratur 1883. I. Abth. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Leipzig, 1884. pag. 136—137 wieder. »Shepherd gegenüber, der (Journ. of anat. XVII. pag. 19) die Abtrennung eines an dem Ansatze des Ligam. fibulare tali posticum gelegenen Knochenstückes resp. Knöchelchens von dem übrigen Talus als eine Fractur beschrieben hatte, so wie Turner (ebenda) gegenüber, der von »accessorischen Knochenkernen« spricht, weist B. in der ersten Mittheilung, die sich nur auf menschliches Material (vom zweimonatlichen Embryo an) stützt, nach, dass hier das Os intermedium tarsi von dem Rest des Talus getrennt geblieben ist. In der Regel verschmilzt es mit dem Talus, oder es kann andeutungsweise durch eine Naht, oder aber durch eine Furche von ihm getrennt sein; es kann schließlich vollständig isolirt, nur noch durch Bindegewebe fixirt sein und dann bei der Maceration leicht verloren gehen, resp. in isolirtem Zustande nicht als Intermedium tarsi — also als dem Lunatum carpi homodynam — wiedererkannt werden. Der Knochen vervollständigt hinten die untere Gelenkfläche des Talus für den Calcaneus, manchmal in relativ ausgiebiger Weise. Ist der Knochen mit dem Talus vollständig verschmolzen, so bildet er einen oft stark prominirenden, in einzelnen Fällen hakenförmigen, auch herzohrähnlichen Fortsatz. Stets setzt sich an ihm das Ligamentum fibulare tali posticum an. Am Fersenbein ist öfters hinter der eigentlichen Gelenkfläche für den Talus, durch eine schwache Leiste oder Firste von ihr getrennt, noch eine halbmondförmige oder halbovale, oder auch fast abgerundet dreieckige Gelenkfläche für den Talusfortsatz resp. das isolirte Intermedium vorhanden.«

Bardeleben's zweite Mittheilung geschah am 27. April 1883. Das Os intermedium tarsi der Säugethiere. Sitzungsber. der Jenaischen Gesellsch. für Med. und Nat. 1883. 27. April. Zool. Anz. Nr. 139. 1883. pag. 278—280.

Nach B. kommt das bisher bei den Säugethieren unbekannte Intermedium tarsi bei den fünfzehigen Arten in den verschiedensten Phasen der Entwicklung resp. Rückbildung vor. Ein gut entwickeltes, getrenntes, knöchernes, an das Verhalten bei den urodelen Amphibien erinnerndes Intermedium tarsi besitzen die meisten Beutelthiere. Von den untersuchten 29 event. 30 Species (über 50 Exemplare) haben ein knöchernes, isolirtes, zwischen den distalen Enden

der Tibia und Fibula einer-, dem Tibiale andererseits gelegenen Intermedium folgende Arten: Phalangista vulpina, maculata, Phascolomys Wombat, latifrons, Phascolarctos cinereus, Didelphys cancrivora, marsupialis, aurita, Azarae, virginiana, Opossum; Chironectes variegatus; Dasyurus Maugei, viverrinus; Metachirus quica, crassicaudatus; Mikrodelphys brachyura, sorex; Phascogale minima. — Das knöcherne Intermedium ist relativ und absolut verschieden groß, von fast 1 cm (Wombat) bis zu Theilen eines Millimeter. Es steht mittels eines Bandapparates mit den Nachbarknochen in Verbindung und artikulirt mit Tibiale, Fibula und Tibia, entweder direkt oder vermittels eines einfachen oder doppelten Meniscus. Bei der Reduktion des knöchernen Intermediums persistirt ein bei verschiedenen Arten sehr verschieden entwickelter Meniscusapparat. Der Bandapparat zwischen Fibula und Tibiale oder Calcaneus entspricht der Cartilago triquetra des Carpus. — Ein knöchernes Intermedium war bei einigen Individuen der oben genannten Arten nicht zu finden; vielleicht stellten auch diese Exemplare andere Species dar. Mag es sich nun um Alters-, individuelle oder Speciesverschiedenheiten handeln, jedenfalls ist die Thatsache von allgemeinem Interesse. So weit das Material reichte, stellte sich nämlich eine Verschiedenheit bei nahe verwandten Species heraus, indem es Verf. bei Chiron. palmatus und Didelphys brachyura nicht gelang, ein knöchernes Intermedium zu finden, während es bei Chiron. variegatus und den oben genannten sechs Species von Didelphys vorhanden war. Indess ist auf solche histologische Differenzen kein wesentliches Gewicht zu legen. In Rückbildung begriffene oder rudimentäre Theile sind bekanntlich überhaupt sehr variabel. — Außer jenen zwei Species fehlte ferner ein knöchernes Intermedium, war dagegen ein Meniscusapparat vorhanden bei Thylacinus cynocephalus und Thylacis nasuta. Bei denjenigen Beutelthieren endlich, deren Metatarsus-Phalangenapparat rückgängige Veränderungen erleidet, hat Verf. ein knöchernes Intermedium niemals, einen Meniscus nur manchmal finden können.

Bei Monotremen (Ornithorhynchus, Echidna hystrix; setosa nicht untersucht) ist der Talus durch eine schräg von unten-außen nach innen-oben aufsteigende Spalte an der Rückseite unvollständig in zwei Theile getrennt, ähnlich bei Edentata, besonders Xenurus (Dasypus) gymnurus, Dasypus (Tatusia) novemcinctus. Eine querverlaufende Furche zeigen Manis Temminckii und pentadactyla. — Die Form dieses Skelettheiles bei menschlichen Embryonen des zweiten Monats erinnert einerseits an diejenige bei Beutelthieren, andererseits an die des erwachsenen Menschen. Phylogenetisch und ontogenetisch findet eine Wanderung oder Verschiebung des Intermedium nach der fibularen Seite und dem Calcaneus hin statt; während sich das Centrale (naviculare) tibialwärts wendet. Im tibialen (vorderen) Theil des Astragalus sieht Bardeleben das Tibiale, im fibularen (hinteren) Theil, dem Trigonum, das Intermedium tarsi.

Es folgt nun eine Notiz mit zwei Abbildungen von Albrecht.

P. Albrecht, Das Os intermedium tarsi der Säugethiere. Zool. Anz. Nr. 145. 6. Aug. 1883. pag. 418—419. Albrecht bemerkt im Anschluss an Bardeleben, dass er selbst schon seit vielen Jahren diesen Knochen gefunden habe, und stimmt Bardeleben's Ansicht bei.

Am 8. Juni 1883 macht Bardeleben weitere Mittheilungen. (Albrecht's Notiz ist vom 27. Mai 1883.) K. Bardeleben, Über das Intermedium tarsi. Sitzungsber. der Jenaischen Ges. für Med. und Nat. 8. Juni 1883. In dieser Notiz handelt es sich um die Entwicklung des »Intermedium« beim Menschen.

Das Intermedium tarsi ist im zweiten Monat beim Menschen als selbständiger Knorpel angelegt. Es hat auf dem Flächenschnitt von Fuß und Unterschenkel, die noch in einer Ebene liegen, die Form eines proximal spitz auslaufenden Dreiecks. Die distale Seite des Dreiecks ist fast geradlinig, ziemlich senkrecht zur Längsachse von Unterschenkel und Fuß. Der Knorpel ist im Vergleich zum Tibiale (Talus s. s.) und Fibulare (Calcaneus auffallend groß. Später verschmilzt das Intermedium mit dem Tibiale und bildet dann einen noch lange Zeit hoch zwischen die in Verknöcherung begriffenen Unterschenkelknorpel hinaufragenden spitzen Fortsatz des Astragalus. Bei der allmählichen Ausbildung eines auf der Extensorenseite offenen Winkels zwischen Fuß und Unterschenkel rückt dieser Fortsatz des Sprungbeins nebst dem hinteren Theile des Fersenbeines von den Unterschenkelknochen nach hinten, um eine durch den vorderen Theil des Sprungbeines und die distalen Enden von Tibia und Fibula gelegte quere und horizontale Drehachse. So wird schließlich der dreieckige proximale oder obere Fortsatz des Astragalus zu einem hinteren. Tritt dann später ein besonderer Knochenkern in diesem sehr lange knorpelig bleibenden Fortsatze auf (etwa 8.—10. Lebensjahr), so kann sich auch beim Menschen ein knöchernes Intermedium tarsi in der Form eines vollständig oder unvollständig getrennten Os trigonum (Lunatum tarsi oder Proc. posterior astragali entwickeln. Gewöhnlich aber verschmelzen Tibiale und Intermedium untrennbar mit einander. Ferner theilt B. mit, dass alle amerikanischen Marsupialier, ausgenommen Chironectes palmatus, mit dem es seine besondere Bewandtnis zu haben scheint (bei Didelphys brachyura war es zweifelhaft, ob im Intermedium Knochengewebe vorhanden), ein knöchernes Intermedium besitzen. Hieraus, so wie aus der Fünfzehigkeit der amerikanischen Formen, so wie aus ihrer geringen Wirbelsäulenlänge zieht Bardeleben den Schluss, dass wahrscheinlich Amerika die Heimat der Beutelthiere und damit der Säugethiere überhaupt ist.

Nun ist eine Arbeit von Albrecht zu erwähnen: P. Albrecht, Sur les homodynamies qui existent entre la main et le pied des mammifères. Presse médicale belge, No. 42, du 19 Octobre 1884. Albrecht sieht in dem tibialen »Sesambein« von Castor das Tibiale; den Astragalus hält er für ein Intermedium I + Intermedium II, homodynam dem Semilunare + Pyramidale der Hand.

In meiner Mittheilung: Zur Morphologie des Tarsus der Säugethiere. Morphol. Jahrbuch. Bd. X. 1885. pag. 458—461. On the Morphology of the tarsus in the mammals. Amer. Naturalist. January 1885. pag. 87—88 komme ich zum Schluss, das tibiale »Sesambein« bei Nagern, Hyrax etc. ist homolog dem Tibiale, der ganze Astragalus homolog dem Intermedium. Durch die Genese des Tarsus der Säugethiere gelang es mir nicht, ein »Intermedium« im Sinne Bardeleben's bei Embryonen der Säugethiere nachzuweisen. pag. 460: »Ich finde bei Embryonen den Astragalus immer nur aus einem Stück bestehend und nie ein Knorpelstück zwischen Astragalus und Calcaneus. Bei erwachsenen Säugethieren finde ich Bardeleben's »Intermedium« namentlich wohl entwickelt bei den Marsupialiern, aber ich kann diesen Knochen nur als eine Sehnenverknöcherung betrachten.

E. D. Cope, Note on the Tarsus. Fifth Contribution to the knowledge of the Fauna of the Permian Formation of Texas and the Indian Territory. Read before the American Philosophical Society, August 15. 1884. Paleontological Bulletin, No. 39, sagt pag. 46: »I am just in receipt of an M. S. from Dr. Baur, of New Haven, in which he presents an identification of the

»internal navicular«, bone of some rodents, and which probably existed in the ungulate genera Pantolambda and Bathmodon[1]. He identifies it with the tibiale and denies that the astragalus includes that element, but that it consists wholly of the intermedium. This identification will also apply, though Dr. Baur in his manuscript does not make it, to the element which supports the spur in the known Monotremata. It will also explain the nature of the element which occupies the same position in the foot of the Pelycosauria above described. The arrangement in this order of reptiles confirms the conclusion reached by Dr. Baur, since the questionable element is here in direct contact with the tibial facet of the astragalus.«

Am 6. Februar 1885 machte Bardeleben neue Mittheilungen. Zur Entwicklung der Fußwurzel. (Ein neuer Tarsusknorpel beim menschlichen Embryo und eine neue, sechste, Zehe bei Beutelthieren.) Sitzungsber. der Jenaischen Gesellsch. für Med. und Nat. 6. Febr. 1885. Bardeleben fand am Naviculare tarsi bei menschlichen Embryonen des zweiten Monats einen zweiten kleinen Knorpel, der auf Flächenschnitten die Form eines rechtwinkligen Dreiecks zeigt; Bardeleben betrachtet nun diesen Knorpel wie Albrecht und ich als Tibiale. Sein »Trigonum« hält Bardeleben aufrecht und betrachtet den Rest des Astragalus als Centrale (1) oder Intermedium 2?, im Naviculare sieht er ein Centrale (2).

Ob Bardeleben im Biol. Centralblatt (Bd. IV 1884) über den Tarsus der Säugethiere spricht, ist mir unbekannt, da mir die Zeitschrift leider nicht zugänglich war.

Eine weitere Mittheilung von mir enthält Folgendes:

G. Baur, Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Wirbelthiere. Zool. Anz. Nr. 196. 1885. On the Morphology of the Carpus and Tarsus of Vertebrates. Amer. Naturalist. July 1885. pag. 718—720. »Leider kannte ich damals die embryologischen Untersuchungen Bardeleben's (8. Juni 1883) am Menschen noch nicht, und hielt das Knochenstück der Marsupialier desshalb und weil ich selbst bei einer großen Anzahl von sehr frühen Embryonen von Rodentiern, Carnivoren, Ungulaten, eine Theilung des Astragalus nicht konstatiren konnte, für ein nicht zum Tarsus gehöriges Element.« Durch die bestimmten Angaben Bardeleben's über die Entwicklung des »Intermediums« beim Menschen war ich damals bewogen, sein »Intermedium« anzunehmen. Ich kam zu folgenden Homologien:

Tibiale = tibiales Sesambein oder Theil des Naviculare Mamm.; bei den Theromorphen nach Cope wahrscheinlich mit Tibia artikulirend.

Centrale I = distaler Theil des Astragalus; Intermedium = proximaler Theil des Astragalus (Trigonum Bardel.).

Zu gleicher Zeit, 15. Mai 1885, giebt Bardeleben neue Bemerkungen über diesen Gegenstand.

K. Bardeleben, Zur Morphologie des Hand- und Fußskelets. Jenaische Sitzungsber. 15. Mai 1885. Unter Anderem sagt hier Bardeleben: »Das Naviculare tarsi zerfällt in zwei Knochen bei Nagern (Meckel, ferner bei Monotremen. Angedeutet ist die Theilung durch eine der Gelenklinie bei Nagern entsprechende Naht (Furche, Rauhigkeit bei Carnivoren z. B. Herpestes fas-

1 Auch vorhanden bei den Dinocerata: O. C. Marsh, Dinocerata, a monograph of an extinct order of gigantic mammals. U. S. Geol. Survey. Vol. X. 1884. pag. 146.

ciatus, Paradoxurus typus, Lutra brasiliensis und Insectivoren Centetes, also wohl hier embryonal angelegt.«

Die letzte Notiz ist von mir:

G. Baur, Nachträgliche Bemerkungen zu: Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Wirbelthiere. Zool. Anz. 1885. Nr. 196. Zool. Anz. Nr. 202. 1885.

Ich bemerke dort pag. 488: »Auch ist es mir bisher nicht gelungen, bei irgend einem Placentalier-Embryo, eben so wenig wie bei dem jungen Ornithorhynchus eine Theilung des Astragalus zu finden.«

Neue Untersuchungen.

I. Prototheria.

Monotremata.

Wie oben bemerkt, findet Bardeleben den Talus bei Monotremen Ornithorhynchus, Echidna hystrix durch eine schräg von unten-außen nach innen-oben aufsteigende Spalte an der Rückseite unvollständig in zwei Theile getrennt. Diese »Spalte« hat mit einer Theilung des Talus absolut nichts zu thun. Der Astragalus der Monotremen entsteht aus einem Knorpel und theilt sich später nicht. Als Beweis hierfür dient mir ein Astragalus eines etwa 110 mm langen Exemplares von Ornithorhynchus, welches ich Herrn Prof. W. K. Parker verdanke. Der Astragalus des linken Fußes, so wie der ganze rechte Fuß, wurden in vollständige Serien zerlegt, von einer Theilung des Astragalus, oder irgend welcher Andeutung, dass derselbe aus zwei Wurzelstücken entstanden wäre, war keine Spur zu beobachten; er bestand aus einem Knorpel.

II. Metatheria.

Marsupialia.

Didelphidae.

Nach Bardeleben ist bei allen Didelphiden, die er untersuchen konnte, mit Ausnahme von Didelphys brachyura und Chironectes palmatus, das »Intermedium« wohl entwickelt. Dem gegenüber muss ich konstatiren, dass ich weder bei Didelphys virginiana, D. Azarae, noch bei Chironectes variegatus ein knöchernes »Intermedium« beobachten konnte. Es scheint also das betreffende Knochenstück einmal vorhanden zu sein, ein anderes Mal zu fehlen.

Ich konnte acht Stadien von Didelphys virginiana untersuchen.

Länge der Individuen: 15,5 mm, 35 mm, 55 mm; ich verdanke dieselben Herrn Prof. H. F. Osborn; ferner eine Didelphys murina von 43 mm und eine D. quica von 58 mm. Die beiden letzteren Exemplare stammen aus dem Nationalmuseum in Washington. Bei keinem der fünf untersuchten Exemplare konnte ich ein knorpliges »Intermedium« finden. Dieser Umstand macht es wahrscheinlich, dass das »Intermedium« der Didelphiden erst später sich entwickelt, oder überhaupt nicht zur Bildung kommt.

Dasyuridae.

Bei Dasyurus macrurus hat Owen das »Intermedium« zum ersten Mal gesehen. Bardeleben fand ein knöchernes Intermedium bei Phascogale minima. Dasyurus Maugei, viverrinus. Ich finde dasselbe bei einem Skelet von Dasyurus maculatus; es liegt zwischen den distalen Enden der Tibia und Fibula etwas gegen den Calcaneus gerückt. Ferner ist es knöchern vorhanden bei zwei Exemplaren von Myrmecobius fasciatus: Es liegt dem Astragalus auf, wie bei Dasyurus, ist aber nicht so stark fibularwärts verschoben.

Durch die Liebenswürdigkeit von Prof. Fürbringer erhielt ich zwei junge Dasyurus viverrinus (Embryonen?), circa 12 mm lang; bei denselben finde ich das »Intermedium« bereits entwickelt. Es verhält sich wie beim erwachsenen Thier, liegt dem Astragalus auf und steht mit dem Calcaneus in gar keiner Berührung.

Das »Intermedium tarsi« scheint demnach bei den Dasyuridae wohl entwickelt zu sein.

Peramelidae.

Nach Bardeleben ist bei Perameles spec.? (Berlin) und P. obesula das »Intermedium« nicht vorhanden. Ich finde es ebenfalls nicht bei zwei Skeletten von Perameles lagotis. Wahrscheinlich ist es bei keinem der Peramelidae, deren Tarsus bereits der Reduktion unterzogen ist, entwickelt.

Macropodidae.

Bardeleben fand kein »Intermedium« bei Halmaturus Bennetti, H. giganteus, Hypsiprymnus potoro, H. Gilberti. Ich kann dies vollkommen bestätigen. Ich konnte zwei junge Exemplare von Halmaturus spec.?, 58 mm und 67 mm lang, untersuchen[1]. Bei keinem

[1] Dieselben verdanke ich der Freundlichkeit von Prof. O. C. Marsh.

der in Serien zerlegten Tarsen fand ich eine Spur eines Intermediums. Auch bei den Macropodidae scheint demnach dieses Element nicht vorzukommen.

Phalangistidae.

Ein knöchernes Intermedium fand Bardeleben bei Phalangista vulpina, Ph. maculata und Phascolarctos cinereus.

Bei Phalangista vulpina und Ph. ursina findet sich ein knöchernes »Intermedium«; es liegt dem Astragalus auf und steht mit dem Calcaneus in absolut keiner Verbindung.

Ich konnte den Tarsus einer 30 mm langen jungen Phalangista Cookii und eines 38 mm langen Phascolarctos cinereus, welche ich von Prof. O. C. Marsh erhielt, in Serien zerlegen: bei beiden ist das »Intermedium« wohl entwickelt, zeigt aber schon dieselben Verhältnisse, wie im erwachsenen Thier.

Phascolomydae.

Owen hat das »Intermedium« »Pisiforme« von Phascolomys Wombat beschrieben und abgebildet (siehe oben). Bardeleben fand es bei Phascolomys Wombat und latifrons zugegen, auch ich finde es sehr wohl entwickelt bei erstgenannter Species.

Bei den Phalangistidae und Phascolomydae scheint also ein knöchernes »Intermedium« konstant vorzukommen.

III. Eutheria.

Ich will gleich vorausschicken, dass ich bei keinem einzigen hierhergehörigen Säugethier, weder im embryonalen noch im erwachsenen Zustand, das »Intermedium tarsi« nachweisen konnte.

Edentata.

Bardeleben findet bei Xenurus Dasypus gymnurus, Dasypus (Tatusia) novemcinctus eine Spalte am Astragalus. Eine quer verlaufende Furche zeigen Manis Temminckii und pentadactyla. Dies sollen offenbare Andeutungen sein, dass der Talus bei diesen Formen aus zwei Theilen besteht, dem Intermedium und dem »Astragalus«.

Ich finde keine Spur einer Andeutung davon, dass der Astragalus der Edentaten sich aus zwei Elementen entwickelt. Das embryo-

logische Material verdanke ich Herrn Prof. W. K. Parker und dem Nationalmuseum in Washington.

In Serien zerlegt wurden die Tarsen von Tatusia hybrida (Länge des Thieres vom Atlas bis zum Körperende 25 mm), Tatusia novemcinctus (Kopf-Steißlänge 90 mm), Choloepus didactylus (Länge vom Atlas bis zum Körperende 3 mm), Manis brevicaudatus (Länge vom Atlas bis zum Körperende 62 mm). Wie schon bemerkt fand ich nicht die geringste Andeutung einer Theilung des Astragalus; er bestand immer aus einem Knorpel.

Ungulata.

Suina.

Ich besitze Stadien von Sus scropha von 10 mm an aufwärts; bei keinem der untersuchten Tarsen fand ich ein »Intermedium« oder eine Theilung des Astragalus.

Tylopoda.

Bei den Tarsen zweier Föten von Camelus (21 cm) und Lama vicugna (10 cm), welche ich der Liberalität Herrn Prof. B. G. Wilder verdanke, finde ich keine Andeutung einer Theilung des Astragalus.

Pecora.

Bei einem Embryo von Cervus capreolus, bei welchem sich gerade die Knorpel im Tarsus zu differenziren beginnen, findet sich eben so wenig wie bei einer vollständigen Serie von Embryonen von Ovis aries und sehr jungen Stadien von Bos eine Andeutung des »Intermedium«.

Bei den Perissodactylen, Hyracoidea, Proboscidia ist eben so wenig eine Andeutung einer Theilung des Astragalus vorhanden als bei den Amblypoda und Condylarthra, den ältesten und pentadactylen Ungulaten.

Rodentia.

Bei keinem von mir untersuchten Embryo ist ein »Intermedium tarsi« vorhanden. Cavia cobaia (die Knorpel sind eben im Begriff sich zu differenziren), Lepus cuniculus (Knorpel soeben differenzirt), Erethizon dorsatus epixanthus (U. S. National Museum, älterer Embryo).

Chiroptera.

Kein Intermedium tarsi nachweisbar.

Insectivora.

Ich habe vollständige Serien von Embryonen von Erinaceus europaeus, Talpa europaea, Sorex vulgaris, welche ich den Herren Prof. Parker, Leche und Lebouco verdanke: bei keinem der in Serien zerlegten vielen Tarsen war eine Spur eines Intermedium tarsi vorhanden. Eben so wenig bei älteren Embryonen von Centetes ecaudatus, Scalops argentatus, Sc. aquaticus, Condylura cristata, Blarina brevicauda.

Carnivora.

Bei Embryonen von Felis catus 15 mm, Canis fam. 17 mm, Mustela vulgaris 25 mm; Putorius ermineus 43 mm, Lutra 50 mm. ist der Astragalus nie getheilt gewesen.

Primates.

Lemuroidea.

Ich konnte bei den untersuchten Skeletten keine Andeutung eines »Intermedium tarsi« finden.

Anthropoidea.

Beim Menschen fand Bardeleben, wie oben mitgetheilt, ein freies Intermedium tarsi im zweiten Monat, welches später mit dem Astragalus verwächst.

Dem gegenüber muss ich behaupten, dass der Astragalus des Menschen, wie bei allen Eutheria, aus einem Knorpelelement angelegt wird, den Astragalus des Menschen fand ich nie bei Embryonen getheilt.

Ich zerlegte die Extremitäten folgender Embryonen in Serien. 1) und 2) Zwei Embryonen der 5.—6. Woche 18 und 19 mm Kopf-Steißlänge, erhalten durch die Freundlichkeit Herrn Dr. Lauer's in New York. Bei beiden begann Knorpel in den Extremitäten sich zu differenziren, eine deutliche Unterscheidung der Elemente war noch nicht möglich.

3) Embryo der 6. Woche, der Kopf ist abgerissen, der Körper in ausgezeichneter Erhaltung. Ich schätze diesen Fötus auf etwa

21 mm Länge. Ich erhielt diesen Embryo durch die Liebenswürdigkeit Herrn Dr. Rueckhold's, New Haven, Conn.

Hier liegt also das Bardeleben'sche Stadium vor. Die einzelnen Knorpel sind deutlich differenzirt, aber von einer Theilung des Astragalus kann ich keine Spur bemerken. Taf. XXVII giebt die Serie vollständig wieder.

4) Embryo von 31 mm Länge. Ich verdanke denselben Herrn Dr. Clemens aus Bridgeport, Conn. Auch hier zeigen sich dieselben Verhältnisse wie bei Nr. 3.

Ältere Embryonen von 42 mm und größer zeigen mir auch nichts weiter als einen einfachen Astragalus.

Zusammenfassung.

Nach meinen Untersuchungen, welche sich auf ein ziemlich beträchtliches Material aus beinahe allen Ordnungen der Säugethiere beziehen, geht hervor, dass ein »Intermedium tarsi« bei den Prototheria und Eutheria niemals embryologisch nachweisbar ist. Es sind einzig und allein die Metatheria, bei welchen dieses »Tarsuselement« vorhanden ist.

Betrachten wir nochmals die Verhältnisse, wie sie uns bei den Marsupialiern entgegentreten.

Kein »Intermedium« ist vorhanden bei den Peramelidae und Macropodidae. Theils vorhanden, theils fehlend, embryologisch nicht nachweisbar ?, ist es bei den Didelphidae. Immer vorhanden, und auch bei jungen Individuen vertreten, finden wir es bei den Dasyuridae, Phalangistidae und Phascolomydae. Ob es bei Embryonen dieser Formen vorhanden ist, oder sich erst sekundär entwickelt, ist bisher noch nicht nachgewiesen. Herr Caldwell besitzt das Material, um dies zu thun.

Es entsteht nun die Frage: Ist das bei obengenannten Marsupialiern vorkommende Knöchelchen das »Intermedium tarsi«, oder nicht; ist es überhaupt ein Element des Tarsus oder nicht?

Vor Allem ist hier zu bemerken, dass der Astragalus der Metatheria, dem Astragalus der Prototheria und dem der Eutheria homolog ist, dass derselbe immer nur aus einem Knorpel sich entwickelt, dass das bei Marsupialiern vorkommende Knöchelchen nicht ein Theil des Astragalus, sondern ein selbständiges Element ist. Was ist also dieses Element, welches bei den

Marsupialiern zum ersten Mal auftritt, und auch beim erwachsenen Menschen manchmal beobachtet worden ist dass diese Knochen homolog sind, glaube ich nicht bezweifeln zu können [1].

Wenn wir den Tarsus der Reptilien betrachten, so finden wir die größte Ähnlichkeit mit dem der Säugethiere unter den Theromorpha (Cope). Es ist höchst wahrscheinlich, dass der ganze »Astragalus« hier dem Intermedium homolog ist, und nicht wie Cope und ich mit ihm annahm dem Intermedium + Centrale 1. Ontogenetische Untersuchungen an Reptilien zeigten mir niemals eine doppelte Anlage des Astragalus (Tibiale + Intermedium). Auch bei den Reptilien entsteht der Astragalus aus einem Knorpelelement. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Fuß der Reptilien (Chelonier, Crocodilinen, Lacertilier) auf der tibialen Seite Reduktionen erlitten hat, ähnlich wie der Fuß der Säugethiere; ich finde bei einem Embryo von Chelydra serpentina auf der tibialen Seite ein Knorpelstück zwischen »Astragalus« und Tarsale 1 gelegen; es ist also möglich, dass wir auch bei den Reptilien, im »Astragalus«, das Intermedium tarsi zu sehen haben, und dass das Tibiale reducirt worden ist. Erhalten ist es noch bei den Theromorphen und den Embryonen einiger Chelonier. Ich werde nächstens in einer speciellen Arbeit näher hierauf zu sprechen kommen.

Finden wir also, dass der »Astragalus« der Reptilien und Säugethiere homolog ist dem Intermedium, so entsteht die Frage, was ist das »Intermedium tarsi« Bardeleben's? Ich habe es, ehe ich menschliche Embryonen untersucht hatte, als Intermedium betrachtet, während ich im distalen Theil des Astragalus das Centrale I der Urodelen erblickte. Zu denselben Homologien war Bardeleben gekommen.

Nachdem ich nun gefunden, dass der Astragalus aus einem Knorpel entsteht, kann derselbe auch nur einem Tarsalelement homolog sein. Bei sämmtlichen Reptilien und Säugethieren wäre also das Intermedium tarsi geschwunden, mit Ausnahme einiger Marsupialier.

---

[1] Dass dieses Knochenstückchen manchmal beim Menschen, dem am meisten untersuchten Säugethier, beobachtet worden ist, scheint mir gerade eine Folge dieser vielfachen Untersuchungen zu sein; ich halte es nicht für unmöglich, dass wir derartige Bildungen auch bei anderen Säugethieren, wenn wir Tausende einer Species genau prüfen würden, finden könnten. Vielleicht trägt auch unsere Fußbekleidung etwas zur größeren Häufigkeit des Vorkommens beim Menschen bei!

In diesem Falle wären die Homologien:

»Tibiales Sesambein« = Tibiale.

»Intermedium« Bardeleben = Intermedium.

(Nur bei Marsupialiern vorhanden, bei den übrigen Säugethieren atrophirt.)

Astragalus (in toto) = Centrale I.

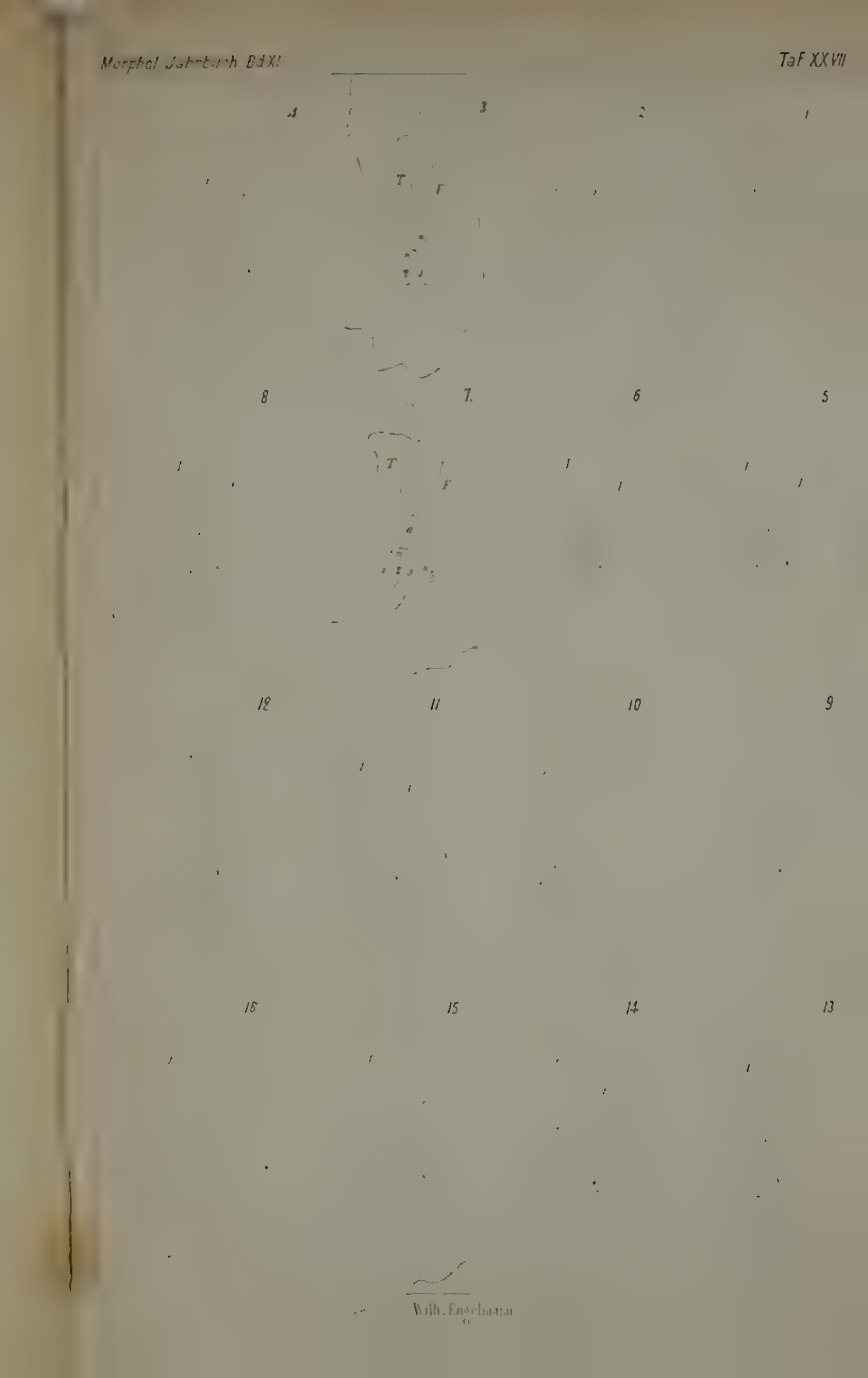
Diese Annahme gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn es sich nachweisen lässt, dass Bardeleben's Intermedium bei den Marsupialiern gleichzeitig mit den Elementen des Tarsus angelegt wird: wenn es sich bei solchen Formen im embryonalen Leben auffinden lässt, bei welchen es im erwachsenen Zustand nicht mehr vorhanden ist. Es scheint bis jetzt wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass dies der Fall sein wird: da der jüngste von mir untersuchte Didelphys, 15,5 mm, das betreffende Element nicht besitzt, während nach Bardeleben das Stück bei den alten Didelphiden vorkommt. Tritt Bardeleben's Intermedium aber erst sekundär auf, so ist es kein Element des Tarsus; dann aber ist der Astragalus nicht homolog dem Centrale 1, sondern dem Intermedium, wie ich es früher ausgesprochen hatte.

Nun wäre aber noch eine andere Möglichkeit vorhanden. Angenommen, das tibiale Sesambein wäre nicht homolog dem Tibiale, sondern würde ein Tarsale 1, d. h. das Tarsale des rudimentären tibialen Fingers repräsentiren, so hätten wir im Astragalus das Tibiale zu sehen, und in dem bei Marsupialiern vorkommenden Stück das Intermedium, wenn es sich wirklich als ein Tarsalelement erweisen lassen sollte. Wäre letzteres aber nicht der Fall, so hätten wir im Astragalus das Tibiale + Intermedium zu erblicken, wie es von Gegenbaur geschieht. Dann müssten wir annehmen, dass die Verschmelzung der beiden Elemente schon so früh stattgefunden hat, dass sie ontogenetisch weder bei Reptilien, noch bei Säugethieren mehr nachweisbar wäre.

Die vier Möglichkeiten sind daher folgende:

I. »Tibiales Sesambein» = Tibiale.
1. Intermedium Bardeleben = Intermedium.
Astragalus (in toto) = Centrale I.

II. »Tibiales Sesambein« = Tibiale.
Intermedium Bardeleben = Sesambein.
Astragalus (in toto) = Intermedium.



Wilh. Engelmann

III. »Tibiales Sesambein« = Tarsale I.
Intermedium Bardeleben = Intermedium.
Astragalus = Tibiale.

IV. »Tibiales Sesambein« = Tarsale I.
Intermedium Bardeleben = Sesambein.
Astragalus = Tibiale + Intermedium.

Weitere Untersuchungen werden eine dieser vier Möglichkeiten als die richtige konstatiren. Für mich hat augenblicklich die zweite die größere Wahrscheinlichkeit für sich.

Yale-College Museum, New Haven, Conn., 25. September 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVII.

Schnittserie durch die hintere Extremität eines sechswöchentlichen menschlichen Fötus. Vergrößerung 13.

a Astragalus.
c Calcaneus.
n Naviculare.
1 Cuneiforme I.
2 - II.
3 - III.
4 + *5* Cuboideum.

Kleinere Mittheilungen.

Über die Nervenkanäle im Humerus der Amnioten.

Von

Prof. M. Fürbringer
in Amsterdam.

Bekanntlich zeigt der Humerus der amnioten Wirbelthiere in seinem distalen Bereiche bald an der medialen (ulnaren), bald an der lateralen (radialen) Seite einen Kanal, der für den Durchtritt des N. medianus (und der A. brachialis) oder des N. radialis bestimmt ist.

Der erstere Kanal (Canalis n. mediani s. C. supracondyloideus medialis s. C. entepicondyloideus), der dem Durchtritt des N. medianus und der A. brachialis dient, ist schon seit V. Coiter (1573) bekannt und kommt zahlreichen Säugethieren zu. Mitunter kann die ihn medial begrenzende Knochenspange partiell reducirt sein; der Kanal tritt dann am macerirten Knochen als Incisur auf und der proximale Rest der Spange als distalwärts vorragender supraneuraler Knochenfortsatz (Processus supracondyloideus medialis). So findet er sich auch nicht selten beim Menschen, wie man seit Tiedemann (1822) und Otto (1839) weiß; Gruber, Lebouco und Ruge verdanken wir vornehmlich die genauere Kenntnis dieser Bildung und der zu ihr in Beziehung stehenden Weichtheile. Weiterhin hat Owen (1876, zugleich in Verbesserung einer früheren, Dicynodon betreffenden Mittheilung Huxley's gezeigt, dass der Canalis entepicondyloideus auch einer Anzahl von Anomodonten und Theriodonten zukommt; dieselben gehören bekanntlich zu den am frühesten (bereits im Dyas) auftretenden Reptilien.

Der andere Kanal (Canalis n. radialis s. C. supracondyloideus lateralis s. C. ectepicondyloideus) ist für den Durchtritt des N. radialis resp. des Ramus profundus desselben bestimmt; er wurde zuerst von Bojanus (1819) bei Emys gefunden und später (seit 1853) von Huxley, Günther, Owen und Seeley bei einer Anzahl von Cheloniern, Sauriern und Plesiosauriern nachgewiesen.

Owen verdanken wir ferner (1876) die richtige Deutung einer alten Beobachtung Kutorga's (1838), der am Humerus von Brithopus, einem von ihm zu den Edentaten gerechneten, nach Owen aber zu den theriodonten Reptilien gehörenden Vertebraten aus dem uralischen Perm, die Koexistenz beider Kanäle fand.

Im Jahre 1883 hatte ich Gelegenheit ein Exemplar von Hatteria zu untersuchen, dessen Benutzung ich der Güte der Herren Dr. Gadow und Prof. Gegenbaur verdanke und das sich jetzt im anatomischen Institut zu Heidelberg befindet. Zu meiner Überraschung — Kutorga's Befund wurde mir erst später bekannt — fand ich hier beide Kanäle in deutlichster Ausbildung koexistirend, der Medianus-Kanal von ansehnlicher, der Radialis-Kanal von minderer Weite; letzterer lag in einer besonderen lateralen Verbreitung des Humerus, die zugleich dem M. brachio-radialis supinator longus Ursprung gab. Ich theilte damals meine Beobachtung Bekannten mit, mochte mich aber zu einer vorschnellen Veröffentlichung derselben nicht entschließen; namentlich erschien es mir — mit Rücksicht auf die Monographien von Günther und Newman, die Beide der Kanäle keine Erwähnung thun — wünschenswerth, erst weiteres Material zu untersuchen, um zu konstatiren, dass es sich hier nicht bloß um einen individuellen Befund, sondern um eine generische Eigenthümlichkeit von Hatteria handle. Dieses Desiderat ist inzwischen erfüllt worden. 1881 haben Bayer und Dollo[1] kurz nach einander die Resultate ihrer Untersuchung veröffentlicht, denen zufolge Beide bei Hatteria die zwei Kanäle in einer mit meinem Befunde in der Hauptsache übereinstimmenden Weise fanden, und eben so hatte ich Gelegenheit, ein zweites Exemplar zu untersuchen, das im Wesentlichen dieselbe Bildung ergab. Danach erscheint es mir nicht mehr zweifelhaft, dass in der Koexistenz des Medianus- und Radialis-Kanals ein für Hatteria typisches Vorkommen vorliegt. Ob den von Günther und Newman untersuchten Exemplaren diese Kanäle fehlten oder eine mindere Entfaltung zeigten, so dass sie leicht übersehen werden konnten, vermag ich nicht zu entscheiden. So wie ich sie an meinen beiden Exemplaren fand, sind sie nicht zu übersehen; ich weiß aber aus eigener Erfahrung, dass der bei manchen Cheloniern und Sauriern oft recht feine Radialis-Kanal wegen seiner versteckten Lage mir erst dann sichtbar wurde, als ich geflissentlich danach suchte.

Somit theilen Hatteria, so wie die anomodonten und theriodonten Reptilien mit den Säugethieren die Existenz des Medianus-Kanales, eine Übereinstimmung, die übrigens nicht die einzige zwischen diesen alten Reptilienformen und den Säugethieren ist.

Wie Owen 1876 mit Recht bemerkt, kommt der Radialis-Kanal im ausgebildeten Zustande nur den kaltblütigen Amnioten zu. Seine Spuren sind jedoch auch bei den Warmblütern zu erkennen, wo er in Gestalt einer vom Ligament umrandeten Incisur oder Furche sich findet. Und zwar ist es unter den Vögeln Casuarius, wo bereits Meckel 1832 die Existenz eines von einem starken Bande zu einem Ringe vervollständigten tiefen Einschnittes beschrieb und wo diese Incisur meistens, wenn auch selten so tief ausgeprägt wie Meckel sie fand, leicht nachzuweisen ist. Die Reduktion des Skelets und der Muskeln des Flügels von Casuarius schließt zugleich die Annahme aus, dass

[1] Wenn auch meine Beobachtung einige Jahre alt ist, so kommt selbstverständlich Bayer und Dollo die Priorität der Veröffentlichung zu. Bayer notirt ohne weitere Deutung die beiden Kanäle. Dollo dagegen hat ihre Bedeutung von Anfang an klar und genau präcisirt und in einer zweiten, mir durch die Güte des Verfassers vor Kurzem zugekommenen, vortrefflichen Abhandlung Bull. du Musée Royal d'hist. nat. de Belgique III. pag. 151 ff. eine ausführliche Zusammenstellung des Vorkommens beider Nervenkanäle bei fossilen und recenten Vertebraten gegeben.

es sich hier um die sekundäre Ausbildung eines neuen Nervenkanales handle. Anders steht es bei den Carinaten. Auch hier ist bei gewissen Formen, speciell den Macrochires, eine tiefe Incisur für den N. radialis zu beobachten, die supraneural von der Crista lateralis, infraneural von dem Proc. supracondyloideus lateralis begrenzt und von dem M. deltoides major und dem mit ihm zusammenhängenden straffen Bindegewebe zum Loch abgeschlossen wird, die sich aber unverkennbar erst in Anpassung an die hohe Entfaltung der Muskulatur sekundär ausgebildet hat. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Säugethieren. Hier schlägt sich, wie in den Grundzügen schon längst bekannt ist, namentlich bei sehr vielen Marsupialia und Edentata, so wie bei gewissen Insectivora und Rodentia (Thieren, deren Humerus in Anpassung an die Lebensweise durch eine besonders mächtige Ausbildung der Muskelfortsätze gekennzeichnet ist), der N. radialis in einer mehr oder minder tiefen Incisur zwischen Tuberositas humeri (Crista lateralis) und Proc. supracondyloideus lateralis (Crista supinatoria) resp. im Bereiche des letzteren um den lateralen Rand des Humerus herum, wobei er von der Membrana intermuscularis lateralis und dem mächtigen M. brachio-radialis (supinator longus) gedeckt wird. Der infraneurale Fortsatz kann hierbei recht oft (bes. bei Beutelthieren) weit proximalwärts, der supraneurale weit distalwärts (z. B. bei Edentaten) vorragen; koincidirt die hohe Ausbildung beider, so kann die Incisur nahe zum Kanal abgeschlossen sein (individuell bei Cyclothurus). Ähnlich wie bei den Macrochires ist diese Incisura n. radialis der Mammalia, die sehr häufig mit der Entwicklung eines Medianus-Kanals zusammenfällt, als ein sekundäres Gebilde aufzufassen, das im Wesentlichen der hohen Entfaltung der Mm. pectorales, deltoides und brachio-radialis seine Ausbildung verdankt; auch ergiebt die Untersuchung jüngerer Stadien eine mindere Entwicklung der dieselbe begrenzenden Fortsätze.

Somit findet sich ein Radialis-Kanal in vollständiger Ausbildung bei mehreren Ordnungen der Reptilien, ist aber im reducirten Zustande noch bei Casuarius erkennbar. Die bei den carinaten Vögeln und den Säugethieren zu beobachtenden Incisuren stehen zu diesem Kanal nicht im Verhältnis einer direkten Verwandtschaft, sondern sind als analoge (homomorphe), aber zugleich sehr entfernte generelle Beziehungen andeutende Bildungen zu beurtheilen.

Über das Rudiment einer septalen Nasendrüse beim Menschen.

Von

C. Gegenbaur.

Kölliker verdanken wir die genaue Darstellung eines schon früher bekannt gewesenen, aber ziemlich unbeachtet gebliebenen Organs, welches derselbe als Rudiment eines Jacobson'schen Organs gedeutet hat. Mit einem solchen stimmt das Allgemeinste der Lage und der Form überein. Aber es muss auffallen, dass in zwei wichtigen Punkten eine Verschiedenheit waltet, abgesehen von der feineren Struktur, welche ja, da es sich hier um ein rudimentäres Organ handelt, vielleicht minder ins Gewicht fällt. Verschieden vom

Jacobson'schen Organe ist die Mündung oberhalb des Bodens der Nasenhöhle, verschieden ist auch die Beziehung zum Jacobson'schen Knorpel, welcher überall, wo das Jacobson'sche Organ vorkommt, dasselbe umgiebt. Hier beim Menschen soll aber das Organ über jenem Knorpel, und zwar in ziemlicher Entfernung davon, seine Lage genommen haben. Ein solcher Wandel des örtlichen Vorkommens von Organen ist sonst nicht leicht zu beobachten, auch besteht kaum ein triftiger Grund für eine solche Annahme im gegebenen Falle.

Jenem Gebilde möchte ich mir gestatten in dieser kurzen vorläufigen Mittheilung eine andere Deutung zu geben, indem ich es zwar als rudimentäres Organ betrachte, aber nicht auf das Jacobson'sche Organ, sondern auf eine Drüse beziehe, welche der Nasenscheidewand angehört. Die Schleimhaut der letzteren birgt bei Prosimiern (Stenops) eine sehr ansehnliche Drüse von acinösem Bau, deren Ausführgang ziemlich an der Stelle, die beim Menschen (auch bei manchen anderen Säugethieren) jenes schlauchartige Gebilde trägt. Die Ausdehnung der Drüse über einen großen Theil des Septum, sowohl in die Höhe als in die Länge, lässt in derselben ein Organ erkennen, welches in entschiedener Funktion steht. Die Drüse bildet mit ihrem mittelsten Theile eine leichte Hervorragung der Schleimhautbekleidung des Septum. Ihr Ausführgang ist bis zu seiner Mündung von mir verfolgt worden. Diese liegt in der Mitte der Höhe des Septum, also höher als beim Menschen, dessen frühere Embryonalstadien jenes Organ übrigens in einer gleichfalls höheren Lage als später erkennen lassen. Vom Jacobson'schen Organe ist unsere Drüsenmündung ziemlich entfernt, und eine Verwechselung mit Drüsen jenes Organs muss ich als ausgeschlossen erklären. Indem also am Septum eine Drüse nachgewiesen ist, die ihren Ausführgang an einer ähnlichen Stelle zur Mündung kommen lässt, an welcher beim Menschen der von Kölliker für das Jacobson'sche Organ gehaltene Gang sich öffnet, ist damit das Vergleichungsobjekt mit jenem Gange aufgefunden. Man wird kaum Bedenken tragen den fraglichen Gang als das Rudiment einer ähnlichen Drüse anzusehen, und man wird annehmen dürfen, dass eine solche Drüse auch beim Menschen einmal bestanden haben wird, die ihre letzte Spur in jenem von Kölliker beschriebenen Gange hinterlassen hat. Bei einer solchen Erklärung hat man nicht nöthig das Jacobson'sche Organ von dem sonst es überall begleitenden Knorpel zu trennen und damit einen Vorgang zu postuliren, welcher sich nicht wohl begründen lässt.

Es besteht aber noch ein Bedenken gegen die von mir vertretene Deutung, das ist ihr Modus, nach welchem die erste Anlage jenes Ganges beim Menschen sich vollzieht. Dadurch, dass Kölliker erkannt hat, dass jene Anlage nicht so, wie sonst Drüsen zu entstehen pflegen, sondern als eine Einstülpung mit offenem, relativ weitem Lumen sich bildet, ist ihm gewiss einiges Recht geworden, eher an das Jacobson'sche Organ, als an eine Drüsenanlage zu denken. Ein von diesem ersten Zustande abgeleiteter Einwand wird aber dadurch hinfällig, dass die erste Anlage der großen lateralen Nasendrüse (Stenson'sche Drüse) neuerdings gleichfalls als ein Hohlschlauch nachgewiesen worden ist. (Kangro, Über Entwicklung und Bau der Steno'schen Nasendrüse der Säugethiere. Dorpat. 1881.) Es liegt also in jener ersten Form des Rudimentes einer septalen Nasendrüse beim Menschen durchaus nichts Fremdartiges vor, vielmehr dürfte darin nur eine Bestätigung der von mir gegebenen Deutung zu finden sein. Ein Jacobson'sches Organ, oder auch nur ein Rudiment desselben, ist nach meinem Dafürhalten bis jetzt beim Menschen noch nicht nachgewiesen worden.

Ob die von Kölliker in Fig. 3 von einem viermonatlichen Embryo unterhalb des Jacobson'schen Knorpel dargestellte Bildung hierher gehört, muss um so mehr fraglich bleiben, als Kölliker sich nicht darüber geäußert hat.

Heidelberg, December 1885.

Zur Notiz.

Schon vor längerer Zeit hat Herr Dr. A. Ziegler in Freiburg i/B. eine Serie von Wachsmodellen über die Entwicklung des menschlichen Herzens hergestellt. Denselben lagen die in den Ecker'schen »Erläuterungstafeln zum Studium der Physiologie und Entwicklungsgeschichte« abgebildeten Präparate zu Grunde, z. Th. auch fußten sie auf den Bischoff'schen Arbeiten über die Entwicklung des Hundes und Kaninchens.

Alle diese Modelle erwiesen sich als recht brauchbar und hatten sich demgemäß der allgemeinsten Anerkennung zu erfreuen, allein es existirten doch da und dort gewisse Lücken und nicht überall entsprachen sie den wirklichen Verhältnissen. Diese Mängel beruhten auf der zur damaligen Zeit noch viel unvollkommeneren Technik in der Herstellung anatomischer und embryologischer Präparate, wie namentlich in der Unmöglichkeit, durch Kombination von Schnittserien ein körperliches Präparat zu rekonstruiren. Dies ist nun bekanntlich im letzten Decennium anders geworden und die kürzlich in III. Lieferung erschienene Arbeit von Professor His über die »Anatomie menschlicher Embryonen« erfüllt alle Ansprüche, wie sie an eine erschöpfende Darstellung der verwickelten Kreislaufsverhältnisse, wie vor Allem an diejenige des Centralapparates, gestellt werden können.

Herr Dr. A. Ziegler hat nun im Anschluss an das His'sche Werk und genau nach den von His selbst angefertigten Originalmodellen eine neue, aus 12 Nummern bestehende Serie von Wachspräparaten über die Entwicklungsverhältnisse des menschlichen Herzens hergestellt und dadurch aufs Neue seine unerreichte Meisterschaft auf technischem Gebiete bewiesen. — Ich stehe daher nicht an, die Ziegler'schen Modelle den Fachgenossen aufs wärmste zu empfehlen und ihnen die Verbreitung zu wünschen, die sie wirklich verdienen.

Freiburg i/B. im November 1885. R. Wiedersheim.

Das Bidder'sche Organ.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Anatomie, Histologie und Entwicklungsgeschichte der Geschlechtswerkzeuge einiger Amphibien, besonders der einheimischen Bufoniden.

Von

Emil Knappe.

Mit Tafel XXVIII u. XXIX.

Einleitung.

Die Geschlechtsorgane der Amphibien sind seit SWAMMERDAM bis auf unsere Tage wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, so dass im Verlaufe dieser Zeit eine nicht unerhebliche Anzahl von Arbeiten entstanden ist, welche noch Unerkanntes aufdeckten und über Zweifelhaftes genügende Klarheit verbreiteten. Da indessen die meisten dieser Untersuchungen in eine Zeit hineinreichen, in welcher zur Erforschung des feineren Baues der Organe nur mangelhafte Hilfsmittel zu Gebote standen, so kommt es, dass bei aller Sorgfalt und Gründlichkeit, mit der man diesen Gegenstand behandelt hat, zwar eine ausgebreitete Kenntnis über die Geschlechtstheile im Allgemeinen vorhanden ist, doch aber noch Manches, was namentlich feinere histologische und entwicklungsgeschichtliche Verhältnisse anlangt, zu erörtern übrig bleibt. Besonders gilt dies für den Geschlechtsapparat der Bufoniden, bei denen das Vorkommen eines, den keimbereitenden Organen ansitzenden eierstockähnlichen Gebildes, für welches SPENGEL [13] die von mir auch beibehaltene Bezeichnung »BIDDER'sches Organ« vorschlägt, die Vorgänge im Geschlechtsleben dieser Thiere nicht so einfach erscheinen lässt und

der Physiologie der Geschlechtsorgane neue Aufgaben stellt. An Versuchen diese zu lösen hat es nicht gefehlt, doch mangelt es noch immer an einer befriedigenden Erklärung; die folgende kurze Übersicht über die hierüber erschienenen Arbeiten und ihrer Resultate wird diese Behauptung am besten begründen.

Historisches.

Das Verdienst, zuerst auf das Bidder'sche Organ aufmerksam gemacht zu haben, gebührt nicht, wie man bisher allgemein annahm, dem Dänen Jacobson; die ersten Spuren von der Kenntnis dieses Gebildes führen uns vielmehr in eine frühere Zeit und auf deutschen Boden zurück. Rösel von Rosenhof (4) hat schon 70 Jahre vor Jacobson seiner Erwähnung gethan. In seinem 1758 erschienenen Werke findet sich außer einer genauen Darstellung über die Lebensweise, Fortpflanzung und Metamorphose dieser Thiere, auch eine Beschreibung ihrer Geschlechtsorgane. Über die der Kreuzkröte (Bufo calamita), von ihm stinkende Landkröte genannt, spricht er sich wie folgt aus: »Die Zeugungstheile des Männleins, von anderen Theilen des Unterleibes entblößet, sind die Geilen, welche bei dieser Krötenart braunschwarz aussehen und obenher mit gelbem Fett bedecket sind.« Dass hierbei nicht an die allen Batrachiern zukommenden Fettkörper gedacht sein kann, geht daraus hervor, dass diese besonders erwähnt werden. »Ferner sehen wir auch noch die gelben und fetten Anhänge.« Außerdem lässt aber auch die der Beschreibung beigegebene Abbildung keinen Zweifel, dass mit dem »Fett«, welches den Hoden »obenher bedecket« nichts Anderes, als das Bidder'sche Organ gemeint ist[1]. Der Irrthum Rösel's, den Hodenanhang für Fett zu halten, beruht auf der Ähnlichkeit desselben mit dem Fettkörper, welche thatsächlich für den ersten Blick eine solche Verwechselung leicht zulässt. — Bemerkenswerth ist es übrigens, dass dieser erste Beobachter des Bidder'schen Organs dasselbe bei Bufo vulg. (Bufo variabilis war ihm nicht bekannt) nicht gesehen hat, es wenigstens nicht abbildet und beschreibt.

Man sollte meinen, durch Rösel seien nun die nächstfolgenden Forscher dieses Gebietes zu näherer Untersuchung des »gelben« Anhangsgebildes angeregt worden; bei einer Durchsicht der einschlä-

[1] Bidder (2, pag. 29) irrte also, indem er sich äußert: »In den von Rösel gelieferten Abbildungen der Hoden verschiedener Kröten ist gerade der vordere scheibenförmige Theil nicht hervorgehoben.«

gigen Litteratur findet man jedoch bis auf RATHKE (5) keine weiteren Versuche zur Aufklärung. Letzterer ist der Erste, welcher in seinen vortrefflichen Untersuchungen diesen Gegenstand zuerst wieder berührt. »Bei den Fröschen ändert sich der ganze Geschlechtstheil, welcher anfänglich eine fast fadenförmige Gestalt hatte, in den Hoden um, indem er sich durchweg mit den einzelnen Hodenröhrchen, die anfänglich nur als Kügelchen erscheinen, anfüllt. Anders dagegen verhält es sich bei den Kröten. Bei diesen nämlich nimmt nur der vorderste Abschnitt jenes ursprünglichen Fadens an Dicke, mehr aber noch an Breite zu, und füllt sich mit der beschriebenen Hodensubstanz an. Der hintere größere Theil aber bleibt einige Zeit hindurch fast auf seiner früheren Bildungsstufe stehen, vergrößert sich wenigstens nur unbedeutend und nimmt darum dann allmählich wiederum an Umfang ab, bis er endlich, wenigstens in der Regel, gänzlich verschwindet. Im zweiten Jahre daher erscheint der Hode der Kröten als eine dicke rundliche Scheibe, deren eine Fläche nach oben, die andere nach unten sieht, und von dieser Scheibe geht nach hinten schwanzartig ein schmaler, dünner, weißlich gefärbter und mit Gallerte angefüllter Streifen ab, der etwas länger, als jene Scheibe ist, und zuweilen nur durch eine dünne Spitze mit ihm in Verbindung steht. Während sich darauf dann jene Scheibe allmählich vergrößert, wird auf Kosten derselben ihr Anhang immer mehr aufgesogen. Es bedarf wohl kaum eines besonderen Nachweises dafür, dass RATHKE mit der hier beschriebenen »dicken rundlichen Scheibe« das BIDDER-sche Organ meint.

Fast gleichzeitig mit RATHKE publicirte in Dänemark JACOBSON[1] (6, 7) die Resultate seiner Beobachtungen über den Hermaphroditismus bei den Amphibien. Im Gegensatz zu RATHKE, welcher, wie eben bemerkt, das BIDDER'sche Organ für den Hoden hält, erklärt er es, veranlasst durch die großen den ovarialen Eiern so ähnlichen Zellen, für ein rudimentäres Ovarium und die Thiere selbst für Hermaphroditen. Er spricht sich so aus: »Diese merkwürdige Abweichung von der Normalentwicklung findet sich bei den Bufonen und das ziemlich häufig. Bei dieser Missbildung der in dem äußeren Habitus den Männchen gleichenden Thiere finden sich die vollständig entwickelten

[1] Die JACOBSON'schen Untersuchungen fielen in die Jahre 1825 und 1826 und erschienen im Jahre 1828, um drei Jahre später als die RATHKE'schen. Da RATHKE die Resultate seiner Beobachtungen bereits 1825 veröffentlichen ließ, also im selben Jahre, als JACOBSON seine Untersuchungen begann, so folgt hieraus, dass, wie RÖSEL der erste, so er der zweite Beobachter des BIDDER'schen Organs war.

Hoden, zwischen diesen und dem Fettkörper ein sehr kleiner, wenig entwickelter Eierstock und an jeder Seite der Niere Eileiter. Diese sind immer viel kleiner als bei den Weibchen, doch sind sie bei einigen dieser Hermaphroditen vollständig, und erstrecken sich von dem obersten Theil der Leibeshöhle bis zum Enddarm und sind hohl.« Bei späterer Gelegenheit, in den Verhandlungen der skandinavischen Naturforscher vom Jahre 1842, kommt JACOBSON, der inzwischen seine Studien über Hermaphroditismus fortgesetzt hatte, auf diesen Gegenstand zurück. »Die Bufos, bei denen diese Zwitterbildung vorkommt, sind eigentlich Männchen, bei welchen Ansätze der weiblichen Geschlechtstheile sich entwickelt haben. . . . Bei innerlicher Untersuchung sieht man, dass die Hoden derselben die gewöhnliche Form und Entwicklung haben, nur sind sie bisweilen etwas kleiner, als die normalen. Zwischen dem vordersten Ende und dem Fettkörper findet sich der normale Eierstock. Er ist in den allermeisten Fällen kleiner als der Hode, doch kann er bisweilen in dem Grade entwickelt sein, dass er dieselben an Größe übertrifft. Er ist von einer plattgedrückten rundlichen Form und besteht aus einem feinen Gewebe, welches eine Menge Eier verschiedener Größe in sich einschließt. Sind die Eier klein, so hat das Ovarium eine röthliche Farbe.« Eine kurze Erwiederung erfuhr die JACOBSON'sche Auffassung durch HANNOVER (6), welcher in dem Vorhandensein von rudimentären Oviducten und Eiern ähnlicher Zellen wahre Zwitterigkeit bei den Kröten noch nicht als erwiesen betrachten kann, den Beweis vielmehr erst mit nachgewiesener wirklicher Reifung, Ablegung, Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit jener vermeintlicher Eier für erbracht hält.

Bald nach JACOBSON nahm BIDDER (2) diesen Gegenstand wieder auf, um ihn eingehender, als es bisher geschehen war, zu behandeln. Aufmerksam geworden auf das fragliche Organ an einem Spiritusexemplar von Bufo agua spricht er sich hierüber folgendermaßen aus: »Dagegen zeigte sich bei Bufo agua noch ein anderes Organ, von dem bei den Fröschen nichts Analoges sich darbietet, und das auch bei anderen Batrachiern, den bisherigen Untersuchungen zufolge, nicht gefunden zu sein scheint. Es liegt in dem von mir untersuchten Exemplar am inneren Nierenrande, bei ausgespanntem Peritoneum ebenfalls 2‴ von der Niere entfernt; es reicht von dem hinteren Ende und inneren Rande des Hoden bis in die Höhe des hinteren Nierenrandes hinab, erscheint als ein etwa $^{5}/_{4}$‴ breiter halskrausenartig gefalteter Streifen, der mit dem einen Rande an das

Peritoneum befestigt ist, und im Übrigen frei in die Unterleibshöhle hineinragt. Dies Organ ist eine von dünnen Wänden umschlossene Höhlung, die einerseits bis an die Hodensubstanz selbst reicht, und andererseits in ihrem hinteren Theile blind endigt. Die äußere Fläche der dünnen Wände ist, abgesehen von den Falten, glatt und eben wie das übrige Peritoneum, die innere Fläche dagegen zeigt ein eigenthümliches unebenes höckeriges Ansehen, herrührend von einer Menge dicht an einander gelagerter warzenartiger Hervorragungen von 0.1—0.2‴ Höhe. Unter dem Mikroskop zeigte die zwischen diesen Erhöhungen gelagerte Masse nur die Charaktere des Bindegewebes; die Hervorragungen selbst waren von scharfen und tiefdunkeln Kontouren umgeben, innerhalb welcher eine gelbe Masse enthalten war, über deren Gewebe nichts Sicheres mehr ermittelt werden konnte, obgleich Andeutungen von Zellen in den Körpern allerdings vorhanden waren. Nur das mag bemerkt werden, dass aus dem Hoden herausgenommene Substanzstückchen ganz dasselbe Ansehen darboten. . . . Wofür dies Organ angesehen werden müsse, kann nach einer so mangelhaften Untersuchung, wie die eines Spirituspräparates, nicht entschieden werden. Dass es zu den den männlichen Zeugungsstoff bereitenden Organen in einer sehr nahen Beziehung stehe, liegt nach dem soeben Bemerkten sehr nahe[1].« Von den einheimischen Krötenarten untersuchte Bidder außer Bufo vulgaris noch Bufo variabilis, von welcher Species ihm aber nur ein Exemplar in Weingeist aufbewahrt zur Verfügung stand, an dem er »keine Spur« jenes Organs finden konnte, wesshalb derselbe auch annimmt, dass es »vielleicht nicht allen Krötenarten zukomme«. Über Bufo vulg. schreibt er: »Zuerst bot der Hode auch hier ein ähnliches accessorisches Organ wie bei B. agua dar. Während nämlich der eigentliche Hode als ein walzenförmiger . . . Theil erschien, setzte sich das obere Ende desselben in eine scheibenförmige, plattgedrückte, röthlichgelbe, unebene und höckerige Masse fort, die sich als ein von verhältnismäßig dicken und derben Wänden umschlossener Hohlraum auswies. Den äußerlich sichtbaren Höckern entsprachen in die Höhle vortretende Vorsprünge, welche unter dem Mikroskop auf den ersten

[1] Bidder beschreibt hier nicht, wie er glaubt, die Geschlechtstheile eines Männchens, sondern die eines jungen Weibchens. Dabei hält er das Bidder'sche Organ des ihm vorliegenden Exemplars für den Hoden und das jugendliche Ovarium erklärt er für das hier dem Hoden nach hinten zu anhängende Bidder'sche Organ, ein Irrthum, welcher an den Rathke'schen, schon vorher besprochenen, erinnert.

Blick die auffallendste Ähnlichkeit mit sehr vergrößerten Eierstockseiern darboten. Es waren nämlich runde Kapseln von feinkörnigem Fett erfüllt, und in ihrem Inneren einen helleren meist kreisförmigen Körper beherbergend, der einem sehr vergrößerten Keimbläschen ähnlich sah: . . . Ähnliche Kapseln zeigten sich auch in dem eigentlichen Hoden, nur waren sie kleiner und von Spermatozoen dicht erfüllt. Ich halte es hiernach für unzweifelhaft, dass jenes accessorische Organ eine Abtheilung des Hoden ist, und zwar eine auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen gebliebene, welche die Bildung des Sperma und der Spermatozoen nur vorbereitet.«

Gegen diese Deutung wendet sich v. Wittich (8.); sich stützend auf sehr eingehende anatomisch-histologische und entwicklungsgeschichtliche Studien an zahlreichen einheimischen und exotischen Amphibien kommt er zu dem Schlusse, »dass von anatomischer Seite die Bidder'sche Hypothese über die Bedeutung jener Drüse keine Stütze findet, wenigstens nicht abzusehen wäre, wie diese vorbereitend entwickelten Samenbestandtheile in die Räume und Gänge des Hodens gelangen«. Vielmehr hält auch er das fragliche Gebilde für ein rudimentäres Ovarium und glaubt, dass »wohl kaum noch ein Zweifel über die Richtigkeit jener Jacobson'schen Deutung herrschen« könne. — Da im Verlauf der Darstellung meiner eigenen Beobachtungen sich Gelegenheit bieten wird auf die v. Wittich'sche Arbeit zurückzukommen, so beschränke ich mich hier auf diese wenigen Bemerkungen.

Nach Leydig (10) stellt der Hode von B. variab.[1] »einen plattcylindrischen, schwarzgrauen Körper dar« . . . ., dessen vorderes Ende von »ockergelben, eiähnlichen Hökern« verdeckt wird, die sich verschieden weit auf den Hoden herabziehen können. »Und selbst unter dem Mikroskop behaupten diese Körner und Höcker ihre Eiähnlichkeit aufs glänzendste und ich gestehe, dass ich sie nicht von Eierstockseiern desselben Thieres unterscheiden kann: es sind Kapseln oder Blasen gefüllt mit Fettkörnchen und im Inneren liegt ein zweites helles Bläschen mit zahlreichen klaren Flecken, Keimflecken durchaus ähnlich. . . . Ein solches Vorkommen von eiähnlichen Gebilden, und von Spermatozoiden in einer und derselben Drüse, denn ich sah . . . . auch im Inneren der eigentlichen Hodensubstanz solche Kapseln, könnte einen auf wunderliche Gedanken (Zwitterbildung)

[1] Leydig untersuchte von den einheimischen Arten nur B. variab., da er sich von B. vulg. und B. calam. »kein Exemplar hat verschaffen können«.

führen, allein ich glaube doch, dass Bidder eine richtige Ansicht ausspricht, wenn er diese Hodenabtheilung der Kröten der mehr oder weniger vollkommenen Zerfällung des Hodens, wie sie bei Salamandern und Tritonen beobachtet wird, an die Seite setzt.«

Spengel (13), dem das Vorkommen des Bidder'schen Organs bei Weibchen auffällt, nimmt Anstand, für dasselbe die v. Wittich'sche Bezeichnung »rudimentäres Ovarium« beizubehalten, da man dann auch dem Weibchen ein »rudimentäres Ovarium« außer dem typischen Eierstocke zuzuschreiben gezwungen sei. Indem er auch die Jacobson'sche Deutung, als seien die Kröten normal hermaphroditisch, zurückweist, ist er auf Grund »einiger Beobachtungen«, deren Mittheilung er sich »für den zweiten Theil seiner Abhandlung vorbehält«, der Ansicht, dass Bidder's ursprüngliche Deutung, jenes accessorische Organ sei eine, die Spermatozoen vorbereitende Hodenabtheilung, der Wahrheit sehr nahe komme. Dieselbe Auffassung, »dass das Bidder'sche Organ eine Rolle in den Leistungen der Geschlechtsdrüsen spielt, etwa in irgend einer Beziehung steht zur Bildung des Materials, von dem die Entwicklung neuer Ureier ausgeht, im weiblichen wie im männlichen Geschlechte.« hat Spengel auch kürzlich (14) zwei englischen Forschern Bourne und A. M. Marshall) gegenüber vertreten.

Bourne (16), der sich nicht eingehend genug mit der Histologie befassen konnte, um zu einer selbständigen Meinung zu kommen, schließt sich vorläufig der Jacobson'schen und v. Wittich'schen Deutung an.

Auch Marshall (15) ist von der fast vollkommenen Übereinstimmung der Eikapseln im Bidder'schen Organ und der Ovarialeier überzeugt und schließt von den degenerirenden Eiern, die er in Menge antraf, auf eine Rückbildung in Form einer fettigen Entartung, von welcher die noch im indifferenten Stadium befindlichen Geschlechtsdrüsen der Anuren sowohl, als auch der Urodelen betroffen würden.

Dieses der Gang, den die Untersuchungen über das Bidder'sche Organ bisher genommen, und dies die Resultate, zu denen sie geführt haben! Nach dem Mitgetheilten möchte kaum noch ein Zweifel über den Eingangs von mir gethanen Ausspruch obwalten, dass die Kenntnis des Bidder'schen Organs keineswegs schon die wünschenswerth sichere und vollständige ist.

Durch diese Thatsache sah sich mein hochverehrter Lehrer, Herr Geheimrath Prof. Dr. R. Leuckart, bewogen, mir eine erneute Unter-

suchung dieses Anhangsgebildes an den Genitalien der Kröten vorzuschlagen, und unter solchen Umständen darf ich wohl den Vorwurf nicht fürchten, als sei es eine unnütze oder doch wenigstens überflüssige Arbeit, abermals auf diesen Gegenstand einzugehen.

Begonnen wurde meine Arbeit zu Anfang August des Jahres 1883 im Laboratorium des Herrn Geheimrath Leuckart und unter seiner Leitung im Frühlinge des Jahres 1885 beendet. Ich kann es mir nicht versagen, an dieser Stelle Herrn Geheimrath Leuckart für seine Theilnahme an meinen mitunter sehr schwierigen Untersuchungen, für die Anleitung zu einer scharfen kritischen Beobachtung, für die Benutzung seiner reichhaltigen Bibliothek, wie überhaupt für sein Wohlwollen gegen mich meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen. —

Ehe ich zur Darlegung der von mir gewonnenen Ergebnisse fortschreite, möchte ich Einiges über den Plan der Arbeit vorausschicken. Dieselbe gliedert sich in drei Theile, deren erster die anatomischen, der zweite die histologischen Verhältnisse, der dritte aber die Entwicklungsgeschichte behandelt. Dem Ganzen habe ich einige Schlussbetrachtungen angefügt, in denen ich die laut gewordenen Ansichten über den Werth des Bidder'schen Organs unter einander und mit meinen Untersuchungen verglichen und die Ergebnisse in wenigen Sätzen zusammengefasst habe.

Eigene Beobachtungen.

Allgemeine Vorbemerkungen. Anfänglich zog ich, veranlasst durch die von J. Müller in seinem Werke (25, pag. 13 und Tafel I Fig. 6, 7 u. 8) von den Geschlechtsorganen angeblich einer Froschlarve gegebenen Beschreibung und Abbildung, wonach es scheinen könnte, als komme es auch hier in gewissen frühen Zeiten der Entwicklung zu einer ähnlichen Bildung wie bei den Kröten, und weiter veranlasst durch Rathke's (5, I. Bd., IV. H., pag. 29), Bidder's (2, pag. 28 u. f.) und Leydig's (10, pag. 71) Vermuthung, es seien die in einzelne Abtheilungen zerfällten Hoden der Tritonen und Salamander ein Analogon zur Geschlechtsdrüse der Kröten, eine größere Artenzahl in das Bereich meiner Untersuchungen. Möglichst gründlich zu sein, begnügte ich mich nicht mit wenigen Exemplaren, auch schränkte ich mich in der Beobachtung nicht auf eine bestimmte Zeit im Jahre ein, wie frühere Autoren meistens thaten, sondern

untersuchte Thiere in großer Zahl, in allen Entwicklungsstadien und zu allen Jahreszeiten.

Die von mir untersuchten Species sind folgende:

1) Bufo vulgaris (einer.),
2) Bufo variabilis,
3) Bufo calamita,
4) Bombinator igneus,
5) Pelobates fuscus,
6) Rana temporaria,
7) Rana esculenta,
8) Triton taeniatus,
9) Salamandra maculata.

Wegen der bis jetzt noch wenig bekannt gewordenen Unterscheidungsmerkmale der Anurenlarven, in welcher Hinsicht auch das durch Leydig (9) bekannt Gewordene noch als unzureichend angesehen werden muss, war eine genaue Klassificirung im Freien gefangener Quappen Anfangs fast unmöglich, und beeinträchtigte dieser Umstand die Genauigkeit der Untersuchungen nicht unerheblich. Sollten diese aber keine lückenhaften bleiben oder das Entwicklungsgeschichtliche nicht ganz außer Betracht gelassen oder mit Irrthümern vermengt werden, so musste dieses Hindernis überwunden werden. Es geschah dadurch, dass ich zuvörderst an im Aquarium aus Laich gezogenen Thieren die Artencharaktere studirte und so ein genaues Bestimmen ermöglichte.

Bald stellte sich heraus, dass es zur Bildung eines Bidder'schen Organs nur bei den echten Krötenarten kommt: desshalb erstreckte sich mein Studium hauptsächlich auf diese und wurden andere Batrachierarten nur vergleichsweise berücksichtigt.

I. Theil.

Anatomisches[1].

1) Vorkommen. Von den ersten Beobachtern wurde das Bidder'sche Organ nur bei männlichen Thieren gefunden. Rösel fand es bei Bufo calam., während Rathke es hauptsächlich an Bufo vulg. beobachtete. Er will es zwar auch bei Pelobates fuscus und J. Müller sogar bei einer Larve von Rana gesehen haben: ich

[1] Sofern nicht Besonderes bemerkt ist, beziehen sich die folgenden Angaben auf Thiere, welche den ersten Sommer überlebt haben und somit wenigstens ein Jahr oder älter sind. Die Verhältnisse bei jüngeren Thieren finden im entwicklungsgeschichtlichen Theil Berücksichtigung.

kann jedoch diese Befunde nicht als richtige anerkennen, sondern muss, gestützt auf ein genaues Nachsuchen an zahlreichen Thieren in allen Stadien der Entwicklung annehmen, dass beide sonst so gewissenhafte Beobachter irrten. Der Irrthum J. Müller's wird sich dadurch erklären lassen, dass er die auf früher Stufe der Entwicklung kaum von einander zu unterscheidenden Larven von Rana tempor. und Bufo vulg. verkannte und alsdann irrigerweise statt der ersteren die letztere Art in seinem Werke (25) beschrieb und abbildete. Worin der Irrthum Rathke's seinen Grund hat, vermag ich nicht zu sagen. Auch Jacobson und Bidder scheinen ihre Beobachtungen nur an männlichen Thieren angestellt zu haben. Bidder, der das fragliche Organ auch an einer ausländischen Art (B. agua) fand, bemerkte »an einem in Weingeist aufbewahrten Exemplare von B. variab. keine Spur«, so dass er glaubte annehmen zu dürfen, »es möge dieses Organ nicht allen Krötenarten zukommen«. Dagegen konstatirte v. Wittich das Vorkommen des Bidder'schen Organs bei allen drei einheimischen Krötenarten B. vulg., B. variab. und B. calam.[1], wie er auch der Erste war, der es bei weiblichen Thieren vorfand. Außer an den vorgenannten drei einheimischen Krötenarten beobachtete es v. Wittich auch an B. musicus und Docidophryne Lazarus. Leydig fand es außerdem noch bei B. ornatus Spix und B. maculiventris Spix. Bei B. intermedia und B. americana fand es Spengel. Auch beobachtete Letzterer es am Ovarium junger Weibchen. Da er aber an den meisten erwachsenen weiblichen Thieren kaum noch Spuren als »gelbliche, kaum hirsekorngroße Knötchen zwischen dem Ovarium und dem Fettkörper« antraf, so glaubte er, dass bei denselben eine Rückbildung einträte. Diese Angaben Spengel's und die v. Wittich'schen, »es komme das Organ allen erwachsenen Thieren, sowohl den Männchen als den Weibchen zu«, sind, wie ich auf Grund meiner Beobachtungen konstatiren muss, nicht ganz genau. Während es nämlich bei Männchen zeitlebens anzutreffen ist, habe ich es an alten Weibchen von B. variab. und B. calam., die wenigstens schon einmal gelaicht hatten, niemals, auch nicht als hirsekorngroße Reste finden können. Der Regel nach bildet es sich bei diesen beiden Arten im weiblichen Geschlechte schon sehr frühzeitig zurück[1], bei B. calam. noch früher als bei

[1] Dasselbe gilt wahrscheinlich auch für B. melanostictus und B. scaber, da Spengel, der von beiden Arten einige weibliche Thiere untersuchte, nichts antraf.

B. variab. Bei ersterer Art fand sich das fragliche Organ an zwei- bis dreijährigen Weibchen nicht mehr, wogegen gleichalterige Thiere von B. variab. es oft (unter 38 Thieren 13 ohne merkliche Spuren einer Reduktion noch trugen. Bei derselben Art ist es bisweilen unter 20 Thieren bei 3 noch in ungefähr vierjährigen Thieren anzutreffen. Hiernach ist wohl anzunehmen, dass bei beiden eine vollständige Rückbildung noch vor erlangter Geschlechtsreife eintritt und zwar an B. calam. meist schon im zweiten Lebensjahre. Bezüglich dieser Rückbildung tritt uns nun aber bei B. vulg. eine auffällige Erscheinung entgegen, indem sich hier, wie ich mit Sicherheit feststellen kann, an Stelle des während des Winters vollkommen rückgebildeten Organs im Laufe des Sommers ein neues bildet, so dass jedes Thier — ich rede von alten geschlechtsreifen Thieren — jeden Herbst mit einem neugebildeten Organ den Winterschlaf antritt[1]. Daher werden auch die »hirsekorngroßen Knötchen«, die Spengel an alten Weibchen gefunden und als »letzte Reste« des rückgebildeten Organs auffasst, anders zu deuten sein: es sind die ersten Anfänge des sich wieder bildenden Organs.

So weit also bis jetzt die Erfahrungen reichen, kommt das Bidder'sche Organ nur den echten Kröten zu und zwar im männlichen Geschlechte während des ganzen Lebens; den Krötenfröschen und Fröschen fehlt es.

2) Die Lage des immer paarigen[2] Organs ist symmetrisch zu beiden Seiten der Wirbelsäule und der Vena cava inferior, auf der Ventralseite der Nieren, ungefähr in deren vorderen (B. vulg. und B. calam. bis mittleren Drittel (B. variab.). Bei erwachsenen Weibchen erstreckt es sich, gedrängt durch die mächtig entwickelten Ovarien, weiter nach vorn und ragt über die vordere Nierenspitze hinweg. Auch an Männchen nimmt das der einen Seite vielfach eine etwas höhere Lage ein, wie dies dann auch mit dem Hoden derselben Seite der Fall ist. In dieser Lage wird das Bidder'sche Organ nach hinten zu vom Hoden resp. Eierstock begrenzt, dagegen ist seine nach vorn gerichtete Cirkumferenz mit dem Fettkörper eng verwachsen. Eine solche Lagerung zwischen Zeugungstheil und Fettkörper bewahrt es stets, auch bei B. agua, und sind daher die

[1] Auf diese interessante Thatsache komme ich im entwicklungsgeschichtlichen Theile wieder zu sprechen.

[2] Eine Ausnahme hiervon machen die Hermaphroditen, wovon ich einige fand; bei diesen kommt es in der Vierzahl an jedem Hoden und jedem Eierstock) vor.

Bidder'schen Angaben, als hinge es hier dem Hoden nach hinten zu an, irrige, wie bereits (s. u. »Historisches«) nachgewiesen wurde.

3) Befestigung. Das Peritoneum, welches vom inneren Rande der Nieren her die Geschlechtsdrüsen überzieht und dazwischen das Mesorchium resp. Mesoarium bildet, kleidet auch das Bidder'sche Organ ein, so dass zwischen ihm und der Niere ein Aufhängeband entsteht. Dasselbe erreicht eine Breite von 5 mm, ist häufig aber so schmal, dass das Organ der Niere eng angelagert wird. Ventralwärts setzt sich das Peritoneum dann weiter nach dem Darme hin fort, die Vena cava inferior und Arteria descendens noch überbrückend.

4) Größe und Gestalt sind nicht nur bei den einzelnen Arten, sondern auch bei den einzelnen Individuen in verschiedenen Jahreszeiten wechselnd. Sogar an demselben Thier lassen sich zwischen dem rechts- und linksseitig gelegenen Schwankungen beobachten. Im Frühjahr hängt es als welkes, runzeliges und faltiges Gebilde am Hoden der Thiere, die aus dem Winterschlaf eben erwacht und geschlechtliche Funktionen auszuüben beginnen. An noch nicht geschlechtsreifen Thieren macht sich eine so merkliche Verschrumpfung nicht geltend. Lange verharrt indess das Organ im Zustand so geringer Ausdehnung nicht. Die Zufuhr neuer Bildungssubstanz lässt bald eine Änderung eintreten. Das faltige und runzelige Aussehen der Oberfläche verliert sich, das ganze Gebilde nimmt zu an Umfang und Größe. Gegen Ende des Sommers hat es seine volle Ausbildung erreicht und ist jetzt ein ansehnlicher Körper geworden, der an Masse dem Hoden nur wenig nachsteht (B. calam.), ihn erreicht (B. vulg.) oder sogar übertrifft (B. variab.). Dieser Umstand, so wie die eben beschriebenen rein äußerlichen Veränderungen, denen das Bidder'sche Organ unterworfen ist, ließen die älteren Beobachter vermuthen, dass ihm im Leben der Thiere, vielleicht im Geschlechtsleben, eine bedeutungsvolle Aufgabe zufalle. Bei B. vulg. und B. calam. stellt es um diese Zeit der höchsten Entwicklung in beiden Geschlechtern einen im Allgemeinen rundlichen, auf der dem Darme zugekehrten Fläche mehr oder weniger scheibenförmig abgeplatteten Körper (s. Taf. XXVIII Fig. 1) von morulaartiger Oberfläche dar. Auch für die weiblichen Thiere von B. variab. hat dies Geltung, nicht aber für die Männchen; denn hier nähert es sich in seiner Gestalt mehr dem Hoden, ist wie dieser langgestreckt und zeigt statt der abgeflachten eine mehr cylindrische Form (s. Taf. XXVIII Fig. 6). Fast regelmäßig lässt es bei Männchen dieser Species auch eine durch Einschnürungen hervorgerufene Gliederung erkennen, welche lebhaft an die Hodenabtheilungen der Tritonen

und Salamander erinnert. Eine solche mehr oder weniger deutliche Zerfällung in zwei bis drei Abschnitte bemerkte ich an B. calam. nie, ziemlich häufig jedoch wieder bei B. vulg., besonders an jungen Thieren. Hier ist nämlich zwischen den oben näher beschriebenen scheibenförmigen Theil und den Hoden oft noch ein cylindrisches oder abgeplattetes Stück eingeschoben, das dem Eierstock nicht unähnlich ist (s. Taf. XXVIII Fig. 3). — Bezüglich der Form sei noch bemerkt, dass diese, wie einige Fälle von B. vulg. zeigten, auch herzartig sein kann (s. Taf. XXVIII Fig. 2).

5) Die Färbung ist eben so wenig wie Größe und Gestalt bei den einzelnen Arten eine gleiche. Ein dem Eidotter ähnliches »Röthlichgelb« oder Gelblichroth bildet immer die Grundfarbe. Diese kann je nach Umständen heller (bis schwefelgelb: B. vulg.) oder, was seltener ist, dunkler (bis blutroth: B. vulg.) werden. Oft verleiht auch noch die Einlagerung von Pigmentzellen im bindegewebigen Stroma dem Organ eine gelblichgraue oder, je nach der Menge des vorhandenen Pigments, schwärzlichgraue Färbung.

6) Blut- und Lymphgefäße. Alles, was hierüber von Anderen festgestellt worden ist, beschränkt sich auf die kurze Bemerkung, dass das Bidder'sche Organ »ein eignes Arterienstämmchen erhält, dessen kapillare Verbreitung man leicht auch ohne Injektion auf und zwischen den Eikapseln verfolgen kann« (v. Wittich, S. pag. 159). Eine genauere Erforschung des Gefäßverlaufs erachtete ich um so nothwendiger, als ich dadurch Aufschlüsse für die physiologische Bedeutung zu gewinnen hoffte. Es war mir denn auch interessant, konstatiren zu können, dass der Verlauf der das Blut zu- und abführenden Gefäße bei diesen Thieren ein anderer ist als bei den Fröschen, für welche Ecker (26) u. A. zwei bis drei die Geschlechtsorgane versorgende Arterien beschrieben haben. In der That ist es bei den Krötenmännchen nur eine Arterie, welche die Geschlechtsdrüsen (das Bidder'sche Organ inbegriffen) ernährt, wie auch das venöse Blut sich wieder in nur einem rücklaufenden Gefäßstamm sammelt. Was zunächst die Arterie, die fast das Volumen der Arteria mesenterica erreicht, anlangt, so tritt dieselbe kurz nach der Vereinigungsstelle der absteigenden Aortenbögen um wenige (2 bis 5) mm tiefer als die Arteria mesenterica an der ventralen Seite der Aorta descendens aus dieser aus, um sich dann gleich in einen nach der rechten und einen nach der linken Geschlechtsdrüse (incl. Bidder'schem Organ) verlaufenden Ast zu theilen. Ein jeder dieser Äste tritt zuerst in das Bidder'sche Organ — an dessen der Niere zugekehrter Seite — ein und

trifft, von hier aus sich verzweigend, den Hoden. Das hier venös gewordene Blut kehrt alsdann nach dem Bidder'schen Organ zurück und ergießt sich gemeinschaftlich mit dem von hier abfließenden Blute durch eine Vene seitlich in die Vena cava inferior. Der Blutstrom nimmt sonach in beiden Richtungen seinen Weg stets durch das Bidder'sche Organ. In einzelnen Fällen schlägt eine geringe Menge dieses Blutes durch einen jene Arterie vor ihrem Eintritte in das Bidder'sche Organ verlassenden Zweig einen direkten Weg nach dem Hoden ein[1]; der Hauptstrom bleibt jedoch immer der vorhin beschriebene.

Im weiblichen Geschlechte, wo an die auch räumlich weit mehr entwickelten Geschlechtsdrüsen in physiologischer Hinsicht höhere Anforderungen gestellt werden, wird sich, wie schon a priori zu erschließen, eine stärkere Zufuhr von ernährender Substanz nothwendig machen. Dieser Mehrbedarf kann durch den das Bidder'sche Organ berührenden Blutstrom nicht ausreichend gedeckt werden, sondern es treten noch einige andere Gefäße in das Ovarium ein, welche von den die Nieren versorgenden Arterien abgezweigt sind.

7) Nerven[2]. Die das Bidder'sche Organ versorgende Arterie auf ihrem Wege begleitend tritt ein Nerv, dem sympathischen System zugehörig, mit ihr in jenes Organ ein. Seinen Ursprung nimmt er gewöhnlich im ersten, seltener (und zwar dann den Lagerungsverhältnissen der in solchen Fällen tiefer entspringenden Arteria genitalis sich anpassend im zweiten Ganglion, welches der Sympaticus bildet, nachdem er jenes große platte in der Nähe des Vereinigungspunktes der

[1] Solche Spaltungen des Blutstromes in einen Haupt- und Nebenstrom dürfen wohl angesehen werden als eine Überleitung zu den bei den Fröschen sich vorfindenden Verhältnissen.

[2] Bereits bei Besprechung der Blutgefäße konnte auf Verhältnisse hingewiesen werden, die sich von denen der Frösche unterscheiden. Ein solch' unterschiedliches Verhalten lässt sich auch bezüglich des Verlaufes der Nerven konstatiren, worauf hier, da es eigentlich außerhalb des Rahmens dieser Arbeit liegt und vielleicht nur von untergeordneter Bedeutung ist, nur anmerkungsweise mit einigen Worten eingegangen werden soll. Bei Fröschen tritt der Sympathicus vom dritten (am dritten und vierten Wirbel gelegenen) Ganglion cervicale jederseits als einfacher Faden an die absteigenden Aortenbögen heran, sich durch die zwei nächsten Spinalnerven noch verstärkend und am Beginn der Aorta descendens ein Ganglion bildend. Bei den Kröten geht der Sympathicus in keinem Falle eine Verbindung mit den Aortenbögen ein, verläuft auch nicht schon von dem am dritten und vierten, sondern erst von dem am vierten und fünften Wirbel gelegenen Ganglion als starker, zuweilen in zwei Theile gespaltener Faden nach der Aorta descendens, um bei deren Anfangsstelle ein Ganglion zu bilden (s. Taf. XXVIII Fig. 7).

absteigenden Aortenbögen, an der Austrittsstelle der Arteria mesenterica aus der Aorta descendens gelegenen Ganglion verlassen und eine absteigende Richtung eingeschlagen hat. Als unpaarer Ast an die Arteria genitalis herantretend, gabelt er sich mit dieser, um alsdann nach abermaliger Spaltung sich rechts und links dem Arterienstämmchen anzulegen und ihm in das Bidder'sche Organ zu folgen (s. Taf. XXVIII Fig. 7).

8 Vasa efferentia. Die Frage nach dem Vorhandensein von Samenkanälchen ist bereits von Bidder aufgeworfen worden, aber unbeantwortet geblieben, da Injektionsversuche, die ihm hierüber Aufschluss geben sollten, missglückten. Später hat sich v. Wittich mit demselben Gegenstande befasst: er hielt sich auf Grund gelungener Injektionen davon überzeugt, dass nie Samengänge an das Bidder'sche Organ herantreten. So weit sich diese Angaben auf B. vulg. und B. calam. beziehen, kann ich ihnen vollkommen beipflichten: anders liegen indess zuweilen die Verhältnisse bei B. variab. Schon der erste Blick auf Taf. XXIX Fig. 54 lässt vermuthen, dass samenabführende Kanäle nicht allein in der kurzen, zwischen dem kaum bemerkbaren Hoden und dem Nierenrande gelegenen Peritonealplatte vorkommen, sondern auch in größerer Ausdehnung in derselben sich nachweisen lassen werden. Und in der That ist dem so: ich gewahrte ein Netz solcher Kanälchen, obwohl dieselben, wie es mir schien, nicht immer ganz entwickelt waren. Freilich ist es mir nur in wenigen Fällen gelungen, mit aller Bestimmtheit Vasa efferentia bis an das Bidder'sche Organ heran zu verfolgen (B. variab.). Es lassen sich solche vielleicht überhaupt nur unter gewissen Verhältnissen wieder finden, dann nämlich, wenn die samenbereitende Geschlechtsdrüse in ihrer Entwicklung und Reifung stark zurückgeblieben ist. Wollte man diese Befunde aber auffassen als einen Beweis für die Annahme, es sei das Bidder'sche Organ eine in seiner Entwicklung frühzeitig stehen gebliebene Hodenabtheilung, so ist dem entgegenzuhalten, dass sich die Anlage von Vasa efferentia in beiden Geschlechtern nachweisen lässt, sich bisweilen auch noch lange im Mesoarium erhält, eine Weiterbildung der Regel nach aber nur bei den Männchen stattfindet.

9 Verhältnis zu den keimbereitenden Drüsen. Über das Verhältnis zu den keimbereitenden Drüsen möchte ich dem, was sich aus dem Vorangehenden (s. u. Lage, Größe und Gestalt bereits ergiebt, noch hinzufügen, dass im weiblichen Geschlecht Bidder'sches Organ und Geschlechtsdrüse bei allen drei Arten immer scharf von einander abgesetzt sind. Auch bei den Männchen von B. vulg. sind beide

Theile meist durch eine merkliche Einschnürung getrennt, und oftmals so stark, dass nur eine dünne Verbindung zwischen ihnen bleibt. Eine solche Begrenzung macht sich bei B. calam. seltener geltend, da hier der Hode an seinem vorderen Theile kappenartig vom Bidder'schen Organ bedeckt wird; noch weniger aber bei B. variab., woselbst oft die »ockergelben eiähnlichen Höcker« sich entweder an der ganzen ventralen Seite des Hoden herabziehen (s. Taf. XXIX Fig. 54) oder denselben zu einem großen Theile oder gänzlich in ein- oder sogar mehrschichtiger Lage (s. u. »Histologisches«) mantelartig einhüllen.

II. Theil.

Histologie.

1) Geschichtlicher Überblick. Weit unvollständiger noch als in anatomischer sind unsere bisherigen Kenntnisse in histologischer Hinsicht; das Wenige, was darüber festgestellt ist, will ich theils gelegentlich in meiner Darstellung erwähnen, theils dieser der besseren Orientirung wegen vorausschicken.

Den ersten Beobachtern danken wir nur einen Einblick in die topographischen Verhältnisse; erst Jacobson wandte bei seinen Untersuchungen stärkere Vergrößerungen an und erkannte in Folge dessen die große Eiähnlichkeit der Zellen des Bidder'schen Organs. Durch Bidder wurden die histologischen Kenntnisse nur unwesentlich erweitert. Er entdeckte den Hohlraum im Bidder'schen Organ und spricht sich über die Zellen desselben so aus: »Es waren nämlich runde Kapseln von feinkörnigem Fett erfüllt, und in ihrem Inneren einen helleren, meist kreisförmigen Körper beherbergend, der einem sehr vergrößerten Keimbläschen ähnlich sah.« Eine ganz ähnliche Beschreibung der Zellen findet sich bei Leydig (10), nur dass er die Eiähnlichkeit mehr betont (siehe auch Geschichtliches dieser Arbeit pag. 494 f.). Durch die eingehenden Untersuchungen v. Wittich's (8) wurde weiter bekannt, dass auch der vordere Theil der weiblichen Geschlechtsdrüse frühzeitig knotenartig — zu dem Bidder-schen Organe — anschwillt wie die männliche und denselben histologischen Bau zeigt wie diese, nämlich Eikapseln mit Dottermasse und Keimbläschen mit Keimflecken enthält. »Die ursprünglich homogene Dottermasse trübt sich durch in ihr auftretendes Fett, während

das ganze Ovulum an Größe zunimmt. Wie in dem erwachsenen Ovarium lassen sich schon früh zwei vorn sich vereinigende Blätter unterscheiden, die das Stroma für immer neue Entwicklung von Eiern bietet. . . . . Die Dottermasse der größeren Eier entspricht vollkommen der in Eiern gleicher Entwicklung im Ovarium: es findet sich in ihm ein mehr oder weniger feinkörniges Fett, doch fehlen noch jene sogenannten Stearintäfelchen des Froscheidotters größerer Eier. Die Eikapseln sind übrigens auf ihrer Innenfläche von einem Pflasterepithelium bekleidet.« An feinen Schnitten überzeugte sich v. Wittich, dass eine Verbindung der einzelnen Eikapseln unter einander nicht besteht. Außerdem beobachtete er die Rückbildung der Eikapseln, auf die ich später noch zu sprechen komme.

Von den jüngsten Beobachtern ist es zunächst Spengel (13), welcher die gewonnenen Resultate ergänzt oder ihre Richtigkeit bestreitet. »Wie man sich an Querschnitten leicht und sicher überzeugt, besitzt dasselbe (Bidder'sche Organ) keinen Hohlraum, sondern besteht aus einer dichtgedrängten Masse von Zellen, die mit den Eiern des übrigen Ovariums wesentlich übereinstimmen: im Allgemeinen besitzen sie ein etwas höheres Follikelepithel. Ihr Kern gleicht völlig dem Keimbläschen eines echten Eies und enthält wie dieses eine Anzahl in der Regel wandständiger bläschen- oder tropfenförmiger Keimflecke« . . . . »In dem bindegewebigen Stroma, welches die Zellen umhüllt, entwickelt sich bisweilen dunkles Pigment, niemals aber, so weit meine Erfahrung reicht, in den Eizellen selbst, wie bei den echten Eiern.« Bourne lässt sich auf histologische Details nicht ein, wohingegen A. M. Marshall es sich angelegen sein ließ, zu dem Bekannten Neues zu finden. Im Gegensatz zu Spengel konstatirt er das Vorhandensein eines Hohlraumes und beschreibt die Eikapseln und ihren Inhalt, das Ei, genauer denn alle seine Vorgänger. »In the centre of the organ is a cavity, wich however is of small size, and is traversed by trabeculae of connective tissue accompanied by blood-vessels.

The ova, as shown in the figure, vary considerably in shape, size and structure. They are usually, from mutual pressure, polygonal, except at the surface where they form rounded projections, but at places they become much distorted in shape, forming wedge-shaped masses filling up the interspaces between the larger and more typical ova. Their average diameter is about ·27 mm, but they may measure ·35 mm or more. Each ovum is contained in a delicate connective-tissue follicle, which separates it from its neighbours:

in fact, the whole organ might be described as consisting of a network of fine connective tissue trabeculae, the meshes of which are occupied by the ova. Lining each follicle is a layer of epithelial cells with rather large nuclei, which latter become very conspicuous when, as happens in many cases, the protoplasm of the ovum has shrunk away from the follicle wall.

The ovum may completely fill the follicle, but more usually the protoplasm, which has a finely reticulated appearance under high powers, has shrunk away from the wall either at one or more places, or else the whole way round; in extreme casses the follicle may be almost empty, the protoplasm forming an irregular and loosely reticulated mass occupying its rentre only. The nucleus varies much in appearance: it may be spherical or oval in shape, with sharply-defined outline, and a number of darkly staining nucleoli arranged near its periphery, or it may present a more or less shrunken and degenerate appearance, being of irregular shape and occupying only a small part of the cavity of the protoplasm in which it lies. In many instances the tendency of the protoplasm to collect around the nucleoli is very marked, taking place in exactly the same manner as in the case of the true ovarian ova described above.

Eigene Beobachtungen.

2) Methoden. Der Darstellung der histologischen Verhältnisse einige Worte über die angewandten Untersuchungsmethoden vorauszuschicken, dürfte nicht überflüssig sein.

Die Untersuchung an Schnittserien gehärteter und gefärbter Objekte wurde, da sie die jüngste zur Erforschung der Histologie in Gebrauch gekommene Methode ist, nur von wenigen meiner Vorgänger angewandt. Man musste sich einfach damit begnügen Beobachtungen an Quetsch- und Zupfpräparaten meist mangelhafter Spiritusobjekte anzustellen. Nur v. Wittich, Spengel und Marshall fertigten für ihre Untersuchungen Schnitte an.

Bei meinen Untersuchungen lag mir daran, nicht bloß an Dauerpräparaten, sondern auch, so weit es die Zeit erlaubte, an frischen Objekten die Vorgänge des Zellenlebens, über die das letzte Jahrzehnt durch die Arbeiten von Flemming (30), Strassburger u. A. so viel Neues und Überraschendes gebracht hat, kennen zu lernen, zumal die schönen und großen Zellen des Bidder'schen Organs hierzu eine geeignete Gelegenheit boten. Zu diesem Zwecke brachte ich

dünne Schnitte in Augenflüssigkeit oder 1%ige Kochsalzlösung und beobachtete einzelne Zellen oft stundenlang.

Zur Erforschung der Histologie dienten Serien von Schnitten, die ich in dorso-ventraler Richtung durch Bidder'sche Organe mit anhängendem Hoden resp. Ovarium gelegt hatte. Die Oberflächenverhältnisse zu studiren fertigte ich zahlreiche Silberpräparate an, welche neben Quer- und Längsschnitten von erhärteten und gefärbten Objekten treffliche Dienste leisteten.

Um die Objekte zum Schneiden vorzubereiten, wurden sie zuvörderst in eine Härtungsflüssigkeit gebracht. Es war nicht leicht, für meine Zwecke eine geeignete Härtungsflüssigkeit zu finden. Chromsäure und Pikrinschwefelsäure, die ich Anfangs verwerthete, erwiesen sich als wenig brauchbar. Verwendbarer zeigte sich eine Mischung von Chromsäure, Platinchlorid, Essigsäure und Osmiumsäure, ein Gemisch, welches A. Brass zur Härtung der Gewebe empfiehlt[1]. Nach mehrfachen Versuchen kam ich endlich dazu, das im hiesigen Institut viel gebrauchte Sublimat zur Härtung zu benutzen und erkannte in ihm ein Härtungsmittel, welches auch für unser Objekt mit bestem Erfolge zu verwenden ist. Fast immer habe ich eine koncentrirte wässerige Lösung gebraucht; dieselbe wurde bis auf höchstens 35° R. erwärmt, bevor die Objekte damit übergossen wurden. Den größeren Quappen und Thieren bis zum Ende des ersten Sommers wurde, bevor ich sie in die Sublimatlösung brachte, die Bauchdecke geöffnet, damit das Härtungsmittel schneller auf die inneren Theile einwirken konnte; bei Quappen in früheren Entwicklungsstadien hielt ich diese Vorsichtsmaßregel für überflüssig. Von erwachsenen Thieren präparirte ich die Geschlechtstheile heraus (nicht unter Wasser) und brachte sie dann in die Lösung. In der Regel verweilten die Objekte 20 bis 30 Minuten, je nach ihrer Größe, in der Härtungsflüssigkeit, worauf sie kurze Zeit in Wasser ausgewaschen und dann in 35, 50, 70, 96%igen und absoluten Alkohol gelegt wurden. In diesem ließ ich sie möglichst lange, wenigstens 2 Tage und brachte sie dann wieder zurück in 96 und 70%igen Alkohol, um sie in toto zu färben. Als Färbungsflüssigkeiten benutzte ich neben Pikrokarmin und alkoholischer Boraxkarmin- und Hämatoxylinlösung zumeist saures Karmin. Nach erfolgter Färbung und darauf erneuter Härtung in Alkohol ließ ich die Objekte in Xylol oder Benzol gehörig sich durchtränken, legte sie dann einige Stunden in flüssiges Paraffin und bettete sie schließlich entweder in hartem (Sommer) oder in einem Gemisch von hartem und weichem (Winter) Paraffin ein. Die Schnitte wurden mittels des Mikrotoms bis zu 0,01 oder 0,02 mm Dicke angefertigt. In Serien wurden die Schnitte durch eine schwache Schellacklösung auf Objektträgern befestigt, und nachdem das anhaftende Paraffin mit Benzol oder Xylol gelöst war, in Kanadabalsam eingeschlossen.

Außer den auf diese Weise hergestellten erhielt ich auch sehr gute dreifach gefärbte Präparate. Zu ihrer Herstellung brachte ich die zu verwendenden in Alkohol genügend nachgehärteten Objekte zunächst in Nelkenöl, Xylol und

[1] Zeitschrift für wissenschaftliche Mikrosk. und mikrosk. Techn. Bd. I. pag. 47. 1884.

Paraffin. Die nach der Einbettung gefertigten Schnitte wurden nun auf Objektträgern befestigt, durch Xylol oder Benzol von Paraffin befreit, und schließlich mit Hämatoxylin, Safranin und Eosin nachgefärbt.

3) Umhüllung[1]. Das die Leibeshöhle der Kröten auskleidende Peritoneum bildet, wie schon früher erwähnt, auch einen Überzug über das Bidder'sche Organ. An allen anderen Orten flachen sich die Zellen des Peritoneums sehr frühzeitig ab und nehmen die bekannten unregelmäßig kontourirten und mit zackigen Rändern versehenen Formen an, nur auf dem Bidder'schen Organ bewahren sie noch lange ihre ursprüngliche Gestalt und größere Regelmäßigkeit der Begrenzung. Erst wenn die Larven ungefähr die Größe von 30 mm vom Maul bis zum Schwanzende gemessen, erreicht haben (bei B. calam. etwas früher), lassen auch die Zellen der Peritonealhülle eine platte Form erkennen, besitzen aber noch immer eine regelmäßigere Begrenzung als die Peritonealzellen irgend wo. Die Fig. 21 der Taf XXVIII giebt eine Oberflächenansicht eines versilberten und in Glycerin konservirten Präparates. Wie schon aus der Figur erhellt, sind die Größen der Zellen sehr verschieden; neben solchen, die einen größten Durchmesser von 0,0304 mm und einen kleinsten von 0,0096 mm haben, liegen solche, deren Durchmesser 0,0112 und resp. 0,0064 mm beträgt. Die Kerne dieser Zellen sind länglich oval, nicht im Centrum der Zellen gelegen und in Bezug auf ihre Größe so wenig beständig wie die Zellen. Die größten von mir gemessenen Kerne hatten eine längste Achse von 0,0128 mm und eine kürzeste von 0,0064 mm, die kleinsten, fast runden maßen durchschnittlich 0,0080 mm.

Mehrfach fand ich an Querschnitten von gehärteten und gefärbten Präparaten das Epithel des Organs in zweifacher Lage; wie sich später zeigen wird steht diese Erscheinung im Zusammenhang mit der Vermehrung und Neubildung von Eikapseln.

4) Das Stroma, hauptsächlich bindegewebiger Natur, tritt theils in engste Verbindung mit den Gefäßen, theils dienen seine Zellen zur Bildung einer Hülle um die Eikapseln. Von Gestalt scheinen die Stromazellen meist polygonal zu sein, doch finden sich auch Zellen von spindelförmiger Gestalt oder solche, deren Proto-

[1] Das Folgende gilt, so weit nichts Anderes bemerkt ist, für alle drei von mir untersuchten Arten in beiden Geschlechtern und für Thiere, welche mindestens ein Jahr alt sind. Die Verhältnisse an jüngeren Thieren werden im entwicklungsgeschichtlichen Theil berücksichtigt werden.

plasma nach verschiedenen Richtungen hin faserig ausgezogen ist. Mit aller Sicherheit die Grenzen dieser Stromazellen festzustellen gelang nicht, weder an frischen Präparaten, noch an versilberten, wie auch an Dauerpräparaten nur die Kerne deutlich zu sehen waren. Hinsichtlich der Größe und Gestalt sind die Kerne sehr wechselnd. Die größeren, länglich elliptisch gestaltet, besaßen eine Längsachse von 0,0112 mm, die kürzeste Achse betrug 0,0032 mm. Neben diesen befanden sich andere mit einem längsten Durchmesser von 0,0096 und einem kürzesten von 0,0064 mm. Das Protoplasma der Zellen und Kerne ist fein granulirt: letztere bergen ein, selten mehrere Kernkörperchen.

Die Mächtigkeit des Stroma ist natürlich abhängig von der Menge der Eikapseln und Blutgefäße: es vermehrt sich mit diesen und nimmt ab, wenn diese sich verringern.

Der Besprechung des Stroma lasse ich die einer anderen Art von Zellen folgen, welche vielleicht mit Leukocyten oder den von His (18) im Ovarium von Fischen und anderen Wirbelthieren aufgefundenen sogenannten »Kornzellen« identisch sind. Diese Zellen, welche ich an frischen Präparaten vereinzelt oder in geringer Zahl den Eikapseln aufliegen sah, besaßen eine durchschnittliche Größe von 0,0128 mm und bestanden aus einem feinkörnigen Protoplasma, dem gröbere Körnchen bis zu 0,0032 mm im Durchmesser beigemengt waren, die oftmals einen gelben oder schwach röthlichen Glanz besaßen. Wie bei längerem Beobachten zu erkennen, verharren die Körnchen nicht in ihrer Lage, sondern werden durch die Bewegungen des Plasmas in der Zelle hin- und hergeschoben. Auch die Form der Zellen ist eine beständig sich verändernde: denn sie besitzen das Vermögen amöboider Beweglichkeit. Bald werden nach dieser, bald nach jener Seite hin kurze Lappen oder fingerförmige Fortsätze ausgestreckt, als wolle die Zelle mit ihnen in ihrer nächsten Umgebung umherfühlen und tasten. In Fig. 24 *a*, *b*, *c*, *d* Taf. XXVIII sind die Formveränderungen, die eine solche Zelle von zehn zu zehn Minuten einging, abgebildet. Ich habe mir Mühe gegeben über die Herkunft und das Schicksal dieser Zellen klar zu werden, habe aber Bestimmtes nicht ermitteln können. Einmal fand ich die Zellen in unmittelbarer Nähe eines Blut- oder Lymphgefäßes und das brachte mich auf die Vermuthung, sie möchten aus diesem ausgetreten sein. Und die Körnchenhaufen, die ich öfters in lebenden Eiern antraf, machten ganz den Eindruck auf mich, als rührten sie von solchen in das Ei eingewanderten und hier zerfallenen Zellen her.

5. Pigmentzellen, deren Vorkommen zwischen den Eikapseln schon SEMPER erwähnt, sind bei B. variab. besonders aber bei B. calam. in großer Menge dem Stroma eingelagert; bei B. vulg. habe ich sie nur äußerst selten gefunden. An Gestalt und Größe gleichen sie, wie auch aus Fig. 23 Taf. XXVIII zu ersehen, vollkommen denjenigen, welche auch sonst in großer Zahl im Peritoneum der Leibeshöhle der Kröten gefunden werden. Sie gelangen von der Oberfläche des Organs in dessen Inneres, wenn eine Umwachsung neugebildeter Eikapseln mit Peritonealzellen erfolgt.

6. Blut- und Lymphgefäße. Auf der der Niere zugekehrten Seite tritt die ungefähr 0,8 bis 1 mm messende Arterie in das Bidder'sche Organ ein, in dem sie sich strauchartig nach allen Richtungen hin in Zweige von immer engerem Kaliber verästelt. Die stärkeren Äste haben einen Durchmesser von 0,1280 mm. An den mittelstarken arteriellen Gefäßen ist in deren Adventitia zugleich eine Vene gelegen, so dass also eine Arterie und eine Vene von einer gemeinschaftlichen Scheide eingeschlossen werden; stärkere Venen hingegen besitzen eine besondere Scheide und gehen ihre eigenen Bahnen. Der Durchmesser der kleinsten Arterien beträgt 0,0192 mm. Dieselben lösen sich schließlich in ein Kapillarnetz auf, dessen Gefäße sich nahezu rechtwinkelig theilen und in engen Maschen die einzelnen Eikapseln umspinnen.

Es ist an sich klar, dass die von den Gefäßen angegebenen Größenverhältnisse nur beziehungsweise richtig sein können; denn der größere Blutreichthum, den das Organ während des Sommers aufweist, bedingt eine erhebliche Ausweitung derselben.

Bezüglich der strukturellen Verhältnisse der Gefäße habe ich Besonderheiten, die sie etwa von denen anderer Organe unterscheiden, nicht aufgefunden. Die stärkeren Arterien haben Wände aus Intima, Media und Adventitia bestehend. Die letztere Schicht besteht aus longitudinal verlaufenden Spindelzellen, die die Charaktere glatter Muskelfasern tragen, und der querverlaufenden Muskelschicht, welche den Venen fehlt, aufgelagert ist.

7. Die Nerven, in ihrem Laufe immer den Gefäßbahnen folgend, zeigen bei ihrem Eintritte in das Organ eine Dicke von durchschnittlich 0,5 mm; die schwächsten von mir beobachteten Zweige maßen 0,0128 mm. Genaueres über ihre Endigungen war ich trotz der Anwendung des Goldchlorids und anderer Mittel nicht zu ermitteln im Stande. Ihr Bau ist von dem der Nerven anderer Organe nicht

verschieden, wesshalb ich mir ein näheres Eingehen wohl ersparen kann.

8) Spaltraum. Der sonst so enge Zusammenhang der Gewebsbestandtheile des Organs wird durch einen ungefähr median in ihm verlaufenden Spaltraum von 0.2 bis 0.8 mm Weite unterbrochen. Schon Bidder 2) erwähnt einen, von verhältnismäßig dicken und derben Wänden umschlossenen Hohlraum. Spengel, der sein Untersuchungsmaterial wahrscheinlich nur jungen Individuen entnahm und hier keinen Hohlraum, sondern eine dichtgedrängte Masse von Zellen fand, wurde auf den Irrthum seiner Beobachtung bereits von Marshall 15) aufmerksam gemacht. Eine Anzahl Schnittserien von jungen und alten Thieren beweisen aber, dass auch Marshall das Richtige noch nicht getroffen hat. Denn thatsächlich besitzen die Organe jüngerer Thiere keinen Spaltraum; ein solcher lässt sich vielmehr nur bei älteren Thieren nachweisen. Das Auftreten desselben steht wahrscheinlich in engem Zusammenhange mit der in älteren Organen zahlreicher stattfindenden Rückbildung der Eikapseln. Bei weiblichen Thieren ist in vielen Fällen eine Kommunikation des Spaltraumes im Bidder'schen Organ und des Hohlraumes im Ovarium nachweisbar.

9) Die Eikapseln sind in großer Zahl und an einander gedrängt dem Stroma eingelagert, so, dass die größeren, weiter entwickelten dem Spaltraume näher gelegen sind, dagegen die kleinsten und jüngeren eine mehr peripherische Lage unter dem Oberflächenepithel einnehmen. Querschnitte machen den Eindruck eines Fachwerkes, dessen einzelne Fächer mit je einem Ei besetzt sind. Die Formen, in denen die Eikapseln erscheinen, sind sehr mannigfach. Wenn auch die Kugelform, die an den jüngsten Eikapseln mit großer Regelmäßigkeit beobachtet wurde, als Grundform angesehen werden muss, so zwingen doch die räumlichen Verhältnisse und die Gesetze des Zuges und Druckes, unter denen alle Theile eines zusammenhängenden Gewebes sich befinden, die im Wachsthum fortschreitenden Eikapseln zu Formen, die bald einer allseitig abgeflachten Kugel, bald mehr einer Ellipse ähneln. Formen, welche die Eikapseln bei freier Entwicklung nicht würden angenommen haben. Die Größe der Eikapseln ist dem Wechsel eben so unterworfen wie Form und Gestalt. Die kleinsten messen gewöhnlich 0,0320 mm, ihre Kerne 0,0160 mm; meistens wird die Größe von 0,150 bei 0,075 mm Kerngröße nicht überschritten, so dass verhältnismäßig nur selten eine Größe von 0,5 bis 0,3 mm erreicht wird.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über die Eikapseln wende ich mich zur Besprechung ihrer einzelnen Theile: der Hüllen und des in diesen gelegenen Eies.

a. Hüllen besitzt die Eikapsel zwei, die äußerste davon (Tunica folliculi setzt sich aus Bindegewebskörperchen zusammen: in ihr verlaufen die die Eikapsel ernährenden Gefäße. Es ist mir nicht gelungen Größe und Grenzen dieser Zellen festzustellen: nur ihre Kerne ließen sich deutlich sichtbar machen. Dieselben sind außerordentlich abgeflacht, namentlich an den größten von mir beobachteten Eikapseln, und besitzen eine Längsachse von 0,0096 bis 0,0128 mm bei einer Dicke von oft nur 0,0016: es reichen daher schon wenige zur vollständigen Umkapselung eines Eies aus.

Die zweite der Hüllen, das Eikapselepithel (Membrana granulosa) ist dem Ei unmittelbar aufgelagert und wird gebildet aus fast gleich großen sechsseitigen Zellen, welche, von der Fläche gesehen, eine sehr regelmäßige Mosaik darstellen. Die durchschnittliche Größe dieser Zellen beträgt an mittelgroßen Eikapseln 0,0128 mm, die der Kerne 0,0080 mm. Ihre Gestalt ist oval, oft nahezu kugelig. An den jungen Eikapseln beträgt die Höhe des Eikapselepithels an Querschnitten durchschnittlich 0,0080 mm; ältere Eikapseln zeigen das Follikelepithel oft bedeutend abgeflacht, wie das auch an ovarialen Eiern der Fall ist. Wie man sich an frischen Präparaten durch vorsichtiges Anstechen einer Eikapsel und Herausdrücken ihres Inhaltes überzeugen kann, liegen die Zellen der Membrana granulosa dem Protoplasmakörper der Eizelle dicht auf. Diese Auflagerung geht jedoch nicht so weit, dass (wie einige Autoren für die Eierstockseier behaupten) ein Ineinandergreifen oder gar Verschmelzen der einzelnen Zellleiber mit dem Protoplasma des Eies erfolgte. Wäre dies der Fall, dann könnte sich beim Entleeren einer angestochenen Eikapsel ihr Inhalt nicht so leicht und ohne jede Ruptur von den Granulosazellen trennen. Vielfach fand ich die Zellen des Eikapselepithels mit eingeschnürten Kernen, woraus wohl auf eine Vermehrung durch Theilung zu schließen sein wird. Für solche Annahmen spricht auch der Umstand, dass zuweilen einzelne Granulosazellen aus dem Verbande ausgeschieden werden und in das Ei einrücken, um hier durch das Eiplasma aufgelöst zu werden. Es würde zu weit führen, wollte ich an dieser Stelle meine diesbezüglichen Beobachtungen ausführlich darlegen: zur weiteren Begründung meiner Angaben will ich nicht unterlassen auf eine kürzlich erschienene Publikation Flemming's hinzuweisen. Flemming (20) beobach-

tete ebenfalls den intrafollikulären Untergang einzelner oder mehrerer Follikelepithelzellen, namentlich am Kaninchenei und fasst seine Resultate in folgende Worte zusammen: »Hiernach würde also der Liquor Folliculi theils aus Gefäß-Transsudaten, theils aus den Untergangsprodukten von Follikelepithelzellen entstehen, welche einer verflüssigenden Metamorphose unterliegen.«

Ob es zur Bildung einer die Granulosa und die Eizellen gegen einander abgrenzenden Membran, einer Dotterhaut (Membrana vitellina) kommt, ist schwer festzustellen und die Entscheidung wird zumeist davon abhängen, was man unter einer »Membran« im Allgemeinen versteht. Eine deutliche Grenze ist zwischen Eikapselepithel und Eiplasma meistens zu bemerken, oft sogar eine unverkennbare substantielle, an Dauerpräparaten dunkler gefärbte Grenzschicht: warum sollte man sie nicht Membran nennen? Man wird in dieser Meinung bestärkt, wenn man sieht, wie aus einem an einer Seite angestochenen Ei der Inhalt langsam ausfließt und sich auf der entgegengesetzten Seite, von der Granulosa zurückziehend, in Falten legt.

b. Der Eikapselinhalt setzt sich aus drei Hauptbestandtheilen, dem Protoplasmakörper (Dotter), dem Keimbläschen und den in diesen suspendirten Keimflecken zusammen.

Der Protoplasmakörper der jungen Eikapseln ist wasserhell, später schwach grünlich und fein granulirt. Mit zunehmender Größe trübt sich das Plasma, und gröbere Körnchen, oftmals von Fettkügelchen ähnlichem Glanze, treten in ihm auf. Diese nehmen mehr und mehr zu und verhindern den weiteren Einblick in das Innere der anfänglich durchsichtigen Eikapsel. Oftmals konnte ich die Körnchen in Häufchen beisammen liegen sehen, was mich vermuthen ließ, es seien dieselben durch Einwanderung und Auflösung der bei Besprechung des Stromas bereits erwähnten grobkörnigen, den Eikapseln zuweilen aufliegenden Zellen hervorgegangen. Direkte Beweise hierfür habe ich allerdings nicht, doch dürfte diese Annahme durch ähnliche Beobachtungen bewährterer Forscher an anderen Objekten eine sichere Stütze finden. So spricht sich z. B. His (31 über die von ihm in den Eierstöcken der Fische und anderer Thiere vorgefundenen »Kornzellen« folgendermaßen aus: »Dass sie (die Kornzellen[1]) auch in die Eier einkriechen, wird aus der großen Übereinstimmung zwischen ihnen und den Körnchengruppen im In-

[1] Zusatz des Ref.

neren der Eier zum mindesten sehr wahrscheinlich.« Es liegt nahe, anzunehmen, dass dieser Process der Einwanderung und Auflösung zunächst die Ernährung des Eies bezweckt. Es wird dies durch die Untersuchungen His', so wie durch die vorhin citirte Arbeit Flemming's (20), welcher fand, dass sich Transsudate aus den Blutgefäßen in die Eier durch das Follikelepithel hindurch ergießen und hier an der Bildung des Liquor folliculi Theil nehmen, bestätigt. Eine andere Quelle der Ernährung findet das Ei aber weiter in den, einer verflüssigenden Metamorphose anheimfallenden Granulosazellen, davon schon vorher die Rede war. Dahin spricht sich auch Lindgren (21) aus: »Dass die in das Säugethierei eingewanderten Granulosazellen im Allgemeinen aufgelöst werden, um Stoff zur Vermehrung des Dotters und des Inhaltes desselben zu liefern, unterliegt keinem Zweifel.« Wenn ich allerdings die den Lindgren'schen Untersuchungen beigegebene Abbildung (Taf. XVI Fig. 1) ansehe und die zugehörige Beschreibung mir gegenwärtig halte — er sagt nämlich pag. 368: »Eine solche Menge Zellen innerhalb der Zona pellucida, wie sie in dem im Bilde I abgebildeten Eie vorkommt, habe ich nie, weder früher oder später, gesehen« — so möchte ich die Deutung Lindgren's, als sollten die Eindringlinge im Ei aufgelöst werden und zur Vermehrung des Dotters dienen, doch bezweifeln. Ich halte es nicht wohl für möglich, dass ein Ei so voller Granulosazellen noch existenzfähig sein kann; mir scheint, dass solche Bilder eine andere Deutung zulassen, worauf ich später zurückkommen werde.

Wie Andere an Eierstockseiern — ich führe hier nur R. Leuckart (1) an — so habe ich an dem Protoplasmakörper der Eikapseln des Bidder'schen Organs sehr oft eine hellere, feingranulirte und eine dunklere, grobgranulirte Schicht, die erstere um den Kern herum, die letztere peripherisch gelagert, deutlich unterscheiden können. Diese Schichten- oder Zonenbildung ward namentlich an frischen Präparaten recht bemerkbar, wenn das Keimbläschen energisch zu funktioniren und lebhaft amöboid sich zu bewegen begann; dann folgte die helle Schicht den Kernbewegungen und ahmte alle Aus- und Einbuchtungen des Kernes fast genau nach, als wollte sie seine Arbeit erleichtern und ihn bei seinen Funktionen unterstützen.

Das Keimbläschen, homogen und blass oder milchigweiß, ist in jüngeren Eikapseln stets, in alten meistens central gelagert. Seine Substanz ist von zähflüssiger Beschaffenheit; lässt man das Keimbläschen aus einer angestochenen Eikapsel austreten, so bemerkt man, wie es bei schwachem Drucke auf das Deckglas sich abflacht,

aber beim Nachlassen des Druckes in seine ehemalige kugelige Form zurückkehrt, auch noch lange weiter lebt und seine scharfen Begrenzungen bewahrt, während der übrige Zellinhalt rasch aus einander fließt. Seine Begrenzung gegen das Plasma erscheint als ein scharfer Kontour. An jungen, oft auch an älteren Keimbläschen kann man freilich zweifeln, ob man mehr, als eine einfache Differenzirung von Kernsubstanz und Zellleib sieht, in vielen anderen Fällen jedoch erkennt man ganz deutlich eine substantielle Wandschicht, welche an Dauerpräparaten manchmal sogar dunkler gefärbt ist als die Kernsubstanz oder sich in kleinen Falten von dieser abgehoben hat. Von Gestalt ist das Keimbläschen Anfangs stets kugelig, später nimmt es eine langgestreckte Form, wie die Eikapseln an s. Taf. XXVIII Fig. 20. Gestaltverändernd wirkt ferner das ihm eigene Vermögen amöboid sich zu bewegen: dem zufolge führt es bald leichte wellenartige Bewegungen aus, bald zeigen sich größere stumpfe und lappenartige oder spitze und lang ausgezogene Fortsätze an seiner Oberfläche. Besonders bemerkenswerth ist es, dass solche pseudopodienartige Fortsätze fast immer nur von einer Seite ausgestreckt werden, während die andere Seite in Ruhe verharrt. Mir ist es ziemlich unzweifelhaft, dass derartige Bewegungserscheinungen vom Kern ausgeführt werden um seine Nahrungsaufnahme zu beschleunigen, doch soll damit nicht gesagt sein, sie könnten nicht eben so gut auch anderen Zwecken, z. B. zur Abscheidung verbrauchter Stoffe, dienen.

In die vorhin als wasserhell oder milchigweiß beschriebene Grundsubstanz des Keimbläschens sind festere Bestandtheile, Körnchen oder kugelige und tropfenartige Gebilde, in sehr verschiedener Zahl und Größe eingelagert: es sind die sogenannten Keimflecke. Frisch gesehen, sind dieselben von schwach grünlichem Glanze, bald ohne jede Granulation, bald mit einem oder einigen mattroth glänzenden Körnchen im Inneren. An Dauerpräparaten sind die Keimflecke stets so lebhaft gefärbt wie die neuerlich so viel erörterte chromatische Substanz. Ich habe es vielfach versucht, Unterscheidungsmerkmale zwischen letzterer und den Keimflecken aufzufinden, jedoch ohne den erwünschten Erfolg. Die Lage der Keimflecke im Kern ist nicht beständig: bald liegen sie dem Kernrande an oder ihm nahe, bald liegen sie central oder einzeln in den pseudopodienartigen Kernfortsätzen. Auch ihre Gestalt ist nicht beständig: meistens erscheinen sie drehrund und ohne jedes Anzeichen von Bewegungsvermögen, jedoch habe ich mich an frischen wie namentlich

an einer großen Zahl von Dauerpräparaten überzeugt, dass ihnen Letzteres nicht abgesprochen werden kann. Schon v. la Valette St. George (12) hat die Gestaltveränderungen zweier Keimflecke aus Eikapseln des Bidder'schen Organs beobachtet und abgebildet (Taf. XXXV Fig. 76—78 und 79 und 80) und sagt: .....dass die größeren Keimflecke, »wenn auch langsame, doch sehr deutliche Veränderungen ihrer Kontour sehr schön beobachten lassen, denen man, da sie, wie bei den Samen- und manchen jungen Eizellen, in einem Auftreten und Zurückziehen hyaliner buckelförmiger Fortsätze bestehen, mit Fug und Recht den Namen amöboid geben kann«. Die Figuren 45 und 47 der Tafel XXIX geben ebenfalls Bilder solcher im Augenblick der Sublimateinwirkung in Bewegung gewesener Keimflecke. Es ist schwer zu sagen, ob die Bewegungen der Keimflecke wie die des Keimbläschens dazu dienen, neue Stoffe aufzunehmen, wahrscheinlicher ist es mir, dass sie, wenigstens in gewissen Fällen, zur Auflösung des Keimfleckes hinführen, wie ich aus den successiven Veränderungen, welche zwei an frischen Präparaten in Augenflüssigkeit von mir beobachtete Keimflecke erlitten, zu schließen mich berechtigt halte. In dem einen Falle lag der 0,0192 mm große kugelrunde Keimfleck in einem Keimbläschen, welches außer diesen noch einige nur 0,0048 mm messende wandständige Keimflecke einschloss und an seiner ganzen Oberfläche schwache wellenartige Bewegungen erkennen ließ. Der große Keimfleck im Centrum des Keimbläschens, der Anfangs ohne jede sichtbare Bewegung war, trieb zuerst einen, nach und nach mehrere sehr kleine knopfartige Fortsätze hervor, bis schließlich fast die ganze Oberfläche mit kürzeren und längeren Fortsätzen, welche selbst bewegungslos waren, besetzt erschien (s. Taf. XXIX die Figuren 53 *a*, *b* und *c*). Den weiteren Verlauf dieses Vorganges, der ungefähr eine Stunde in Anspruch genommen hatte, habe ich nicht verfolgen können, aber ich glaube, dass derselbe eben so endete, wie eine ähnliche Erscheinung an einem zweiten Keimflecke. Derselbe maß nur 0,0144 mm und lag nahe dem Centrum eines lebhaft sich bewegenden Kernes. Die Hervorknospung der kleinen Fortsätze, von denen etliche eine kleine Strecke vom Keimfleck hinweg in das Kernplasma hineingestoßen wurden, ging ziemlich rasch vor sich und schloss nach ungefähr $^1/_2$ Stunde mit dem gänzlichen Zerfall des Keimfleckes (s. Taf. XXVIII die Fig. 13, 14 u. 15). Statt seiner lagen dann im Kernplasma zahlreiche kleine Kügelchen, von denen viele, wie es mir schien, gänzlich verschwanden und vielleicht zerflossen. Dass einem solchen Schicksal

oder einem ähnlichen gar manche Keimflecke verfallen, scheint aus vielen meiner Dauerpräparate hervorzugehen. In Fig. 47 der Taf. XXIX ist ein Kern abgebildet, welcher fünf Keimflecke von verschiedener Größe enthält: ein sechster ist, wie man aus dem Häufchen nahe bei einander liegender Körnchen schließen darf, in vorhin geschilderter Weise zerbröckelt. Zur Ergänzung und zur weiteren Bestätigung dessen, was hier über das Keimbläschen mit seinen Flecken, wie überhaupt über das Leben der Zelle gesagt worden ist, möge noch das Wesentlichste einer durch A. Brass (Biologische Studien I. Theil, II. Heft) veröffentlichten vorläufigen Mittheilung von mir nachfolgen. »....Hierauf durchmusterte ich bei schwacher Vergrößerung das Objekt und fand, dass dasselbe ungefähr 12 bis 15 größere und eine geringere Anzahl auf noch früher Entwicklungsstufe stehender Zellen enthielt. Die Zellkerne sämmtlicher Zellen waren von Gestalt kreisrund oder nahezu kreisrund, befanden sich somit offenbar in einem Zustande der Ruhe — wenn nämlich dieser mit späteren, sogleich näher zu beschreibenden Zuständen in Vergleich gesetzt wird.

Eine ca. 500fache Vergrößerung, welche ich darauf zur weiteren Beobachtung einer der großen Zellen benutzte, ließ an derselben die Zellmembran und in dem Zellinneren den, von der übrigen Plasmamasse deutlich abgegrenzten Zellkern klar erkennen. Das den Zellkern in sich bergende Plasma zeigte anfänglich eine scheinbar gleichmäßige Beschaffenheit und schloss, zwei gleichsam schwimmende, helle, stark das Licht brechende, grünlich glänzende Kugeln in sich ein, davon die eine etwas größer war als die andere. Durch längeres genauestes Beobachten des Zellplasmas vermochte ich mich von einer Differenzirung desselben in einzelne Schichten zu überzeugen. Ich gewahrte nämlich zuerst eine der Zellmembran unmittelbar anliegende, dünne, äußerst feinkörnige helle Schicht, von welcher sich eine dunklere, breitere und grobkörnigere Schicht mehr oder weniger deutlich abhob. Zwischen letzterer und dem Zellkern lagerte wieder eine feinkörnige und helle Schicht, welche sich strahlenförmig in die vorige auszog und auch die beiden oben näher beschriebenen, von Brass als chromatische Substanz bezeichneten, grünlichen Kugeln enthielt (s. hierzu Taf. XXVIII Fig. 8).

Unbemerkt kann ich nicht lassen, dass es mir an dieser Zelle nicht gelang, eine Differenzirung des Plasmas in einzelne Zonen über das ganze Zellinnere zu beobachten. Ich war nur im Stande, eine solche Schichtung auf eine Strecke zu unterscheiden, die ziem-

lich ein Drittel der Zelle betrug. Eben so wenig konnte ich eine tanzende oder hüpfende Bewegung der Plasmakörnchen gewahr werden. Vielleicht lässt sich dies auf eine mangelhafte Beleuchtung zurückführen, da unter günstigeren Umständen an anderen Zellen angestellte Versuche auch von mir diese Schichtung über die ganze Zelle, so wie die Körnchenströmungen in der von Brass beschriebenen Weise erkannt werden konnten.

Eine Vergleichung des an der lebenden Zelle Gefundenen mit Dauerpräparaten überzeugten mich davon, dass sich auch hier die Zonenbildung des Plasmas, wenn auch nicht an allen, so doch an vielen Schnitten mehr oder weniger klar erkennen ließ.

Weit mehr noch als die eben beschriebene Lagerung der den Zellkern umgebenden Plasmamasse nahmen die sich an diesem selbst vollziehenden Vorgänge meine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch.

Der Kern, fast central in der Zelle gelegen, war vollkommen kugelig und von der übrigen Plasmamasse scharf begrenzt (siehe Taf. XXVIII Fig. 8). Ob diese scharfe Begrenzung, wie ich sie sah, einer das Kernplasma einschließenden Membran zuzuschreiben ist, vermag ich nicht zu entscheiden[1]: doch muss ich offen bekennen, dass das Vorhandensein einer solchen Membran die Funktionen des Kernes, besonders die der Nahrungsaufnahme dienenden, bald näher zu beschreibenden Bewegungsvorgänge, welche oftmals in einem vollständigen Umfließen des Aufzunehmenden bestehen, außerordentlich erschweren würde.

Dem Kern eingelagert waren zwei kugelrunde Gebilde, von denen das eine das andere an Größe weit übertraf, und die den oben schon erwähnten, in der, dem Kern anliegenden Plasmaschicht vorkommenden Kugeln sehr ähnelten. In dem großen der beiden kugeligen Gebilde konnte ich eine Anzahl kleinerer Kugeln liegen sehen, wenn auch nur undeutlich von der Umgebung abgegrenzt. Dies darf wohl zu der Annahme berechtigen, dass die große Kugel wahrscheinlich durch Zusammenfließen kleiner und kleinster Kügelchen — ähnlich wie man Öltröpfchen zu einem größeren Tropfen sich vereinigen sehen kann — entstanden ist.

Nachdem der Kern so lange in Ruhe und Bewegungslosigkeit verharrt hatte, dass ich bequem das Gesehene durch Zeichnung

---

[1] Hierzu muss ich bemerken, dass ich durch weitere Beobachtungen zu der Überzeugung gekommen bin, dass in den meisten Fällen eine deutliche substantielle Schicht (Membran) den Kern begrenzt.

fixiren konnte, verlor sich an einer Seite die bis dahin bemerkte Deutlichkeit der Begrenzung: die scheinbare Membran buchtete sich aus und ein: der Kern zeigte Leben. Die anfänglich schwachen Ausbuchtungen zogen sich mehr und mehr zu spitzen, Pseudopodien ähnlichen Fortsätzen aus, deren einer sich der Kugel *a* näherte. Dabei hatte der Kern eine Gestalt angenommen, wie sie Taf. XXVIII Fig. 9 veranschaulicht.

In dieser Lage verblieben die Theile des Kernes jedoch nicht, sondern die ausgeschickten Fortsätze verschoben sich derart, dass sie der Kugel *a* immer näher rückten s. Taf. XXVIII Fig. 10 und dieselbe endlich, sie umfließend, in das Kerninnere aufnahmen. Hierauf wurden alle Fortsätze langsam eingezogen, so dass der Kern eine abgerundete elliptische Form annahm und von der ihm anliegenden Plasmamasse jetzt wieder scharf abgegrenzt erschien (s. Taf. XXVIII Fig. 11). Während dieser Vorgänge an der Peripherie des Kernes war dessen Inneres keineswegs unthätig gewesen. Die große helle, im Kern befindliche Kugel hatte bei den letzten Kernbewegungen nach und nach von ihrer ursprünglichen Helligkeit verloren und war dem schauenden Auge immer unkenntlicher geworden, offenbar in Folge einer Assimilation durch das Kernplasma. Daher finden wir sie auch noch in jenem Stadium der Kernbewegungen, welches Taf. XXVIII Fig. 10 darstellt, dagegen nicht mehr in dem durch Taf. XXVIII Fig. 11 anschaulich gemachten.

Ganz dasselbe war schon während der ersten Bewegungsvorgänge des Kernes mit der kleinen Kugel geschehen, die desshalb bereits in dem Stadium der Taf. XXVIII Fig. 10 nicht mehr wahrnehmbar ist.

Die Veränderungen im Kerninneren hatten hiermit ihren Abschluss noch nicht erreicht, vielmehr sonderte sich jetzt das Kernplasma in zwei von einander deutlich abgegrenzte Schichten. Die eine derselben war peripherisch gelagert, die andere nahm das übrige Kerninnere ein. Die randständige Schicht zeichnete sich von der anderen durch größere Helligkeit aus, während an letzterer eine größere Dichtigkeit und amöboide Fortsätze zu bemerken waren (s. Taf. XXVIII Fig. 12). Auch hatte der Kern während dem eine Bewegung nach der Zellwand *m* unternommen, so dass er dieser sehr nahe gerückt war.

Die vom Kern in oben beschriebener Weise umflossene Kugel, Anfangs ganz dem Kernrande anliegend, war von demselben etwas ab und weiter in die peripherische Kernschicht hineingerückt siehe Taf. XXVIII Fig. 12).

Hiermit musste ich leider wegen einbrechender Dunkelheit meine Beobachtungen abbrechen.« S. auch Taf. XXIX Fig. 47.

10) Verhältnis des Bidder'schen Organs zu den keimbereitenden Abschnitten der Geschlechtsdrüsen. Der erste und bisher einzige Forscher, welcher die Frage nach dem histologischen Zusammenhange des keimbereitenden Abschnittes der Geschlechtsdrüsen und dem Bidder'schen Organe aufwarf und beantwortete, ist v. Wittich (8). Er will sich an Schnitten überzeugt haben, »dass keinerlei Zusammenhang zwischen dem eigentlichen Hoden und jener vorderen Drüse existirt, dass vielmehr die sehr stark fibröse Kapsel des ersteren beide scharf von einander sondert. Bei B. variab. und B. calam., wo die Pigmentablagerung in der Kapsel des Hodens sehr stark ist, tritt diese scharfe Sonderung beider Organe besonders deutlich hervor, und zwar folgt diese Hülle genau den zuweilen noch etwas in die Hodensubstanz hineingedrückten Eikapseln«. Diese Befunde der so trefflichen Untersuchung v. Wittich's kann ich durchaus nicht bestätigen: fast alle von mir angefertigten Schnittserien lassen das Gegentheil von dem erkennen, was er fand, dass nämlich die den Hoden einkleidende Kapsel sich nicht zwischen Hoden und Bidder'sches Organ hineinschiebt und eine Trennung beider veranlasst. Nur in wenigen Fällen waren bei alten Männchen Züge von Bindegewebskörperchen von der Hodenhülle her zwischen die eng an einander liegenden Ei- und Hodenkapseln hineingewachsen, ohne aber eine scharfe Sonderung bewirkt zu haben. Doch aber ist, wie schon bei makroskopischer Betrachtung zu bemerken, in der Anordnung der Gewebsbestandtheile beider Abschnitte stets eine gewisse Regelmäßigkeit zu bemerken, derart, dass im Allgemeinen — namentlich gilt dies für B. vulg. und B. calam. — der vordere Abschnitt der Geschlechtsdrüse von den Eikapseln, der hintere hingegen von den Hodenkapseln gebildet wird. Aber auch diese Regel erleidet vielfache Ausnahmen, nicht nur, dass zuweilen bei B. calam., sehr häufig aber bei B. variab., der Hodentheil ein großes Stück in das Bidder'sche Organ hineingerückt ist, oder, was vielleicht den Verhältnissen mehr entspricht, die Eikapseln den Hoden in ein- oder mehrfacher Schicht mützen- oder mantelartig überziehen, es kommen auch gar nicht so selten Eikapseln vereinzelt oder zu zweien und mehreren vereinigt mitten im Hoden und zwischen den Hodenkapseln gelegen vor. Die Fig. 36 Taf. XXIX veranschaulicht diese Verhältnisse.

III. Theil.

Entwicklungsgeschichte.

Erster Abschnitt.

1 Geschichtlicher Überblick. Den ersten Versuch, die Entwicklungsgeschichte des Bidder'schen Organs aufzuklären, dankt die Wissenschaft v. Wittich (8). Er fand, dass die Anfangs fadenartige Geschlechtsanlage der Kröten bald an ihrem vorderen Theile, nahe dem späteren Fettkörper, eine kleine rundliche Anschwellung erhält, während der hintere Theil noch als ein dünner Faden verläuft. Mikroskopisch untersucht, erkannte v. Wittich, dass diese Anschwellung, das spätere Bidder'sche Organ, an allen von ihm geprüften Larven sich wie eine weibliche Geschlechtsdrüse entwickelt habe und bereits vollkommene Eikapseln mit Keimflecken enthalte. Bei diesen wenigen Bemerkungen blieb es, bis v. la Valette St. George gelegentlich seiner Untersuchungen (12) über die Entwicklung der Samenkörper von B. vulg. auch dem Hodenanhange dieser Thiere einige Aufmerksamkeit zuwandte. Ihm fiel die Ähnlichkeit, welche die jungen Eikapseln in diesem Organe mit den Spermatocysten im Hoden haben, auf und er sprach die Vermuthung aus, es möge die Membrana granulosa der Eikapseln ganz auf dieselbe Weise sich bilden, wie die Haut der Spermatocysten. »Das Follikelepithel kommt nach den bisherigen Beobachtungen von außen her zu der Eizelle. Dürfte man annehmen, dass es aus der Spaltung des Ureies hervorginge, so wäre es mit der Cystenmembran der Ursamenzelle als homolog zu erachten.« Den Beweis hierfür musste v. la Valette St. George schuldig bleiben: aber seine Idee wirkte anregend auf Nussbaum, welcher bald darauf für die Eierstöcke der Ranaiden (11) nachwies, dass thatsächlich die Bildung des Follikelepithels in der von v. la Valette St. George vermutheten Weise erfolge. Da Nussbaum bei seinen Untersuchungen namentlich zur Erforschung der Kerntheilung im sogenannten Maulbeerstadium das Material hauptsächlich dem Bidder'schen Organ entnahm, und er somit einen, wenn auch kleinen, Abschnitt der Bildungsgeschichte der Eikapseln desselben bereits festgestellt hat, so kann ich ihn in dieser historischen Übersicht nicht unerwähnt lassen.

Eigene Beobachtungen. Da das Bidder'sche Organ in den ersten Stadien seiner Entwicklung noch nicht als ein besonderer Abschnitt in der Geschlechtsanlage auftritt, so ist es nicht wohl möglich, seine Entwicklung gänzlich gesondert von diesen zu verfolgen, daher habe ich, auch manchmal um des besseren Verständnisses willen, in der nachfolgenden Darstellung der Entwicklungsvorgänge, natürlich ohne mein Thema dabei aus den Augen zu verlieren, in Wort und Bild Beziehung auf die Entwicklung der späteren definitiven Geschlechtsdrüsenabschnitte genommen.

2) I. Stadium. Als erstes Stadium der Entwicklung der Geschlechtsorgane fasse ich alle jene Vorgänge und Veränderungen im Embryo auf, welche zu einer Sammlung und Anordnung von Zellen führen, aus denen nachweislich die späteren Geschlechtsorgane hervorgehen.

Unmöglich kann ich es als meine Aufgabe ansehen, allen jenen mit den ersten Furchungsstadien beginnenden Umbildungen nachzugehen und hier etwa eine Schilderung der Bildung der Keimblätter etc. zu geben: es würde das weit über die durch das Thema gezogenen Grenzen hinweggehen. Ich muss mich vielmehr damit begnügen mit meiner Darstellung da einzusetzen, wo die Anlage der wichtigsten Organe sich bereits vollzogen hat. Um die Zeit also, wenn die äußeren Kiemen noch bestehen und das Nervenrohr, die Chorda, der Darm und theils auch schon die Muskulatur zu erkennen sind, aber alle Gewebstheile noch voll der bekannten Dotterplättchen stecken, gewahrt man seitlich von den Wolff'schen Gängen und in der Medianlinie des Körpers eine Anzahl neben und hinter einander liegender fadenartig angeordneter Zellen, welche durch ihre Lage, ungefähr im mittleren und hinteren Drittel der Leibeshöhle frei in diese hineinhängend, auffallen. Diese Zellen, rundlich oder oval von Gestalt, und ebenfalls noch angefüllt mit Dottersubstanz, besitzen eine durchschnittliche Größe von 0.0288 bis 0.0400 mm. Ich nenne sie nach dem Vorgange Nussbaum's »Geschlechtszellen«; in ihrer Gesammtheit in einer Längsfalte des Peritoneum gelegen, bilden sie die erste Geschlechtsanlage. In Fig. 28 Taf. XXVIII habe ich zwei solche mit Dotterplättchen angefüllte Geschlechtszellen abgebildet.

Das Verdienst, die erste Geschlechtsanlage der Batrachier bis in das früheste Larvenleben verfolgt und auf die eigenartigen Verhältnisse zuerst hingewiesen und sie richtig erkannt zu haben, gebührt

nicht mir, sondern Goette 27. Er sagt darüber: »Was von der großzelligen Urogenitalfalte nach der Abschnürung der Nierenschläuche an der Gekrösewurzel zurückbleibt, dient zur Anlage der Geschlechtsorgane: und zwar beginnt ihre Entwicklung zu allerletzt von allen aus den Embryonalanlagen hervorgehenden Körpertheilen. Daher schwindet auch die Dottersubstanz in den großen Zellen der Geschlechtsdrüsenanlage später als in allen übrigen Zellen des Larvenkörpers. Diese Zellen rücken im Anfange der zweiten Larvenperiode an der Gekrösewurzel, unter dem späteren medialen Rande der Niere zusammen und bilden jederseits eine lange Leiste, welche durch die unregelmäßig neben und hinter einander angeordneten großen runden Zellen ein traubiges Ansehen hat.«

II. Stadium. Als zweites Stadium der Entwicklung betrachte ich alle jene Umgestaltungen in der ersten Geschlechtsanlage, welche die Bildung der definitiven Geschlechtsdrüsen einleiten und mit der maulbeerförmigen Kerntheilung ihren Abschluss erreichen. Die ersten derartigen Veränderungen bestehen darin, dass die in den Geschlechtszellen eingeschlossenen Dotterplättchen allmählich kleiner werden und schließlich verschwinden. Dadurch wird ein Einblick in das Zellinnere ermöglicht. Dasselbe besteht aus einem hellen Protoplasma und aus einem Zellkern, welcher durchschnittlich 0,0096 bis 0,0128 mm misst und ein Kernkörperchen von ungefähr 0,0048 mm Größe einschließt. Während der Kern sich in Karmin und Hämatoxylin nur äußerst schwach färbt, nimmt letzteres eine sehr lebhafte Färbung an. Die Fig. 30 Taf. XXVIII bildet Geschlechtszellen ab aus dem vorderen Abschnitt der Geschlechtsanlage, in denen die Dottersubstanz zum größten Theil eingeschmolzen ist: in der in Fig. 27 Taf. XXVIII abgebildeten Zelle aus dem hinteren Theil der Geschlechtsanlage ist von Dotterelementen gar nichts mehr zu gewahren. Durch das Verflüssigen der Dotterplättchen scheint gebunden gewesene Kraft frei geworden zu sein: denn alsbald entfaltet sich in den Zellen ein reges Leben: sie beginnen sich zu vermehren. Den Anfang nimmt der Vermehrungsprocess mit einer Theilung des Kernkörperchens. Auf Schnitten trifft man häufig Kerne mit doppeltem Kernkörperchen: solche Zellen standen im Augenblick der Härtung im Begriff der Theilung. Nicht immer scheint die Zelltheilung mit einer Spaltung des Kernkörperchens zu beginnen: denn es werden oft Zellen angetroffen, in denen sich der Kern, wie in Fig. 30 Taf. XXVIII zu sehen, einseitig stark eingekerbt und dabei

sein sonst unverändertes Kernkörperchen nach der gegenüber liegenden Seite verschoben hat. In solchen Fällen folgt, wie ich annehme, die Theilung des Nucleolus erst verspätet. Übrigens habe ich außer den erwähnten keine Veränderungen im und am Kern wahrgenommen, welche auf eine indirekte Theilung (mit Auftreten von karyokinetischen Figuren) schließen ließen, so dass es mir gewiss scheint, dass diese Theilungsvorgänge lediglich nach dem Remak'schen Zelltheilungsschema erfolgen.

Durch die Vermehrung der Geschlechtszellen machen sich nun gewisse Veränderungen an dem sie einschließenden Peritoneum nothwendig; da es in seiner bisherigen Beschaffenheit zur Umhüllung der immer zahlreicher werdenden Geschlechtszellen nicht mehr ausreicht, muss es sich ausweiten. Diese Ausweitung erfolgt einmal durch ein langsames Abflachen der einzelnen Peritonealzellen, hauptsächlich jedoch durch eine Vermehrung derselben, welche derart vor sich geht, dass einzelne Zellen aus dem früheren Verbande heraustreten, sich zwischen die Theilprodukte der Geschlechtszellen hineinschieben und um eine jede derselben eine besondere Hülle bilden. Die Fig. 30 Taf. XXVIII giebt ein Bild von einem dem vorderen Theile der Geschlechtsanlage von B. vulg. entnommenen Querschnitte und soll diese hier besprochenen Verhältnisse veranschaulichen. Es sind sechs eng zusammengelegene, theilweise nur undeutlich gegen einander begrenzte Zellen (*a*, *b*, *c*, *d*, *e* und *f*), deren Dotterelemente entweder gänzlich eingeschmolzen oder doch erheblich kleiner geworden sind, so dass der Einblick in die Zellen wesentlich erleichtert wird und die Zellkerne meistens klar zu erkennen sind. Die Zelle *a* birgt noch die meisten Dotterplättchen. Sie ist, wie die Maßverhältnisse unschwer ergeben, eine Theilung noch nicht eingegangen, steht aber einer solchen nahe bevor, wie sich aus dem einseitig eingeschnürten, zwei Kernkörperchen enthaltenden Nucleus ersehen lässt. Die Zellen *b* und *e* sind vom Schnitte nicht in der Längsachse getroffen worden, wie die Zelle *a*, sondern quer; auch sie haben, wie ich glaube, eine Theilung noch nicht durchgemacht. Dagegen lässt sich wohl mit Sicherheit behaupten, dass die noch nicht vollkommen von einander getrennten Zellen *c* und *d* durch Theilung einer Mutterzelle hervorgegangen sind. Übrigens hat auch die Zelle *f* die Theilung begonnen: ihr Kern ist, gleich dem Kern der Zelle *a* aus seiner centralen Lage gerückt, hat sich an einer Seite eingeschnürt und enthält zwei Kernkörperchen. Die Kerne der eine jede Geschlechtszelle umhüllenden Peritonealzellen, rund-

lich oder oval von Gestalt, messen 0,0080 bis 0,0090 längs und 0,0032 bis 0,0048 (quer) mm und besitzen ein lebhaft gefärbtes, meist 0,0016 mm großes Kernkörperchen. Bei *p'* und *p''* sind zwei Peritonealzellen aus dem Verbande herausgetreten und drängen sich zwischen die beiden jungen Geschlechtszellen, eine Hülle um eine jede bilden zu helfen.

Dieser Vermehrungsprocess der Geschlechts- und Peritonealzellen dauert fort, bis die Larven von B. vulg. eine ungefähre Größe von 20 mm (vom Maul bis zum Schwanzende), die von B. variab. eine solche von 18 mm und die von B. calam. von 16 mm erreicht haben, und die Hinterbeine eben bemerkbar werden. Auf Schnitten sieht man um diese Zeit statt der ursprünglich 0,0288 bis 0,0400 mm messenden Geschlechtszellen eine größere Zahl kleinerer, meist von kugelrunder Gestalt, eine jede mit einer besonderen Peritonealbekleidung versehen und alle zusammen in einer gemeinschaftlichen Hülle gelegen. Die durchschnittliche Größe dieser Zellen beträgt bei B. vulg. 0,0176 mm (Kerne 0,0080 mm), bei B. variab. 0,0208 mm (Kerne 0,0112 mm), bei B. calam. 0,0160 mm (Kerne 0,0080 mm).

Betrachtet man nach Ablauf dieser Veränderungen die Geschlechtsanlage bei starker Lupenvergrößerung, so gewahrt man, wie die Fig. 25, 29 und 26 Taf. XXVIII zeigen, an dem vorderen Theile der sonst fadendünnen Leiste eine Anfangs schwache, dann aber rasch zunehmende Verdickung, dadurch entstanden, dass hier eine stärkere Vermehrung der Geschlechtszellen stattgefunden hat.

Von jetzt an beginnt nun ein anderer Modus der Theilung der Geschlechtszellen: während bisher jedes Theilprodukt einer Geschlechtszelle von einer besonderen peritonealen Hülle eingekapselt wurde, bleiben von nun an die Theilstücke alle in ein und derselben Peritonealkapsel liegen, so dass von einer gemeinschaftlichen, sich mehr und mehr ausweitenden Kapsel, mehrere Zellen umschlossen werden. Bemerkenswerth ist bei diesem Theilungsvorgange, dass mit der Kerntheilung nicht auch zugleich eine Theilung des Zellplasmas erfolgt, sondern dass letztere — ob in allen Fällen lässt sich mit Sicherheit schwer feststellen — erst nach mehrfacher Kerntheilung eintritt. Man trifft daher auf Schnitten Kapseln, in denen ein jeder Kern bereits mit einem bestimmt abgegrenzten, polyedrischen Protoplasmahofe umgeben ist, neben solchen, in denen eine solche Abgrenzung und Felderung des Plasmas noch gar nicht oder nur erst theilweise vor sich gegangen ist. Auch scheint es mir, als

wenn die Zellen, oder richtiger, Protoplasmahöfe, in denen die Kerne liegen, nicht durch Membranen gegen einander begrenzt wären. Fig. 32 Taf. XXVIII zeigt eine Peritonealkapsel mit drei Kernen, deren einer in Theilung begriffen ist; eine Scheidung des Plasmas lässt sich nicht erkennen. Dagegen ist eine solche mit Leichtigkeit in Fig. 31 Taf. XXVIII nachzuweisen, welche eine Kapsel mit acht Kernen, wovon ein jeder in einem ihm zugehörigen Plasmahofe gelegen ist, abbildet. Der Kern der 7. und 8. central gelegenen Zellen war auf dem abgebildeten Schnitte nicht sichtbar. In allen Zellen besitzen Kerne und Plasma ein gleichmäßig feingranulirtes Aussehen, auch ist das Plasma der Kerne mit den Färbemitteln nicht lebhafter tingirt als das Zellplasma. — Die Zeitdauer, während welcher die soeben beschriebenen Veränderungen im Larvenleben ablaufen, lässt sich nicht bestimmt angeben; man beobachtet dieselben ungefähr um die Zeit, wenn die Hinterbeine deutlich sichtbar geworden sind, an Larven von B. vulg. und B. variab. bei einer Länge von 24 bis 28 mm, an denen von B. calam. bei einer solchen von 20 bis 24 mm.

Auch äußerlich ist an der Geschlechtsanlage bei Lupenbetrachtung zu erkennen, dass dieselbe sich verändert hat. Die geringe vordere Anschwellung hat sich erheblich vergrößert und die Anlage zum Fettkörper macht sich bemerklich (s. hierzu die Fig. 26 der Taf. XXVIII und die Tafelerklärung).

Mit dem weiteren Wachsthum der Quappen gehen die in den Peritonealkapseln gelegenen Zellen weitere, das Stadium der maulbeerförmigen Kerntheilung einleitende Umgestaltungen ein. Die ersten Veränderungen erleiden die Kerne; sie verlieren ihr homogenes Aussehen und bekommen ein körniges Plasma. Die Körnchen zeichnen sich nach Anwendung von Tinktionsmitteln durch lebhafte Färbung aus, wie die chromatische Substanz. Danach wird die sonst scharfe Kernbegrenzung undeutlich, und der Kern erscheint jetzt wie membranlos, am Rande oft mit spitzen Hervorragungen besetzt. Die Fig. 34 Taf. XXIX bildet einen solchen Kern bei 1150facher Vergrößerung ab; dessgleichen die Fig. 33 Taf. XXVIII bei *a*, *b*, *c* und *d*, schwächer vergrößert. Ich war bemüht in dieser groben Kerngranulation eine gesetzmäßige Anordnung der Körnchenmasse aufzufinden, es gelang mir jedoch selbst mit Hilfe der stärksten Vergrößerungen nicht.

Ähnlich den Kernen verändern sich auch andere Theile der Zelle: die früher so deutlichen Begrenzungen der Plasmahöfe werden

unklar, das Zellplasma wird körnig und es scheidet sich die Körnchenmasse von einer ganz homogenen, an Dauerpräparaten sich nicht färbenden Substanz, welche sich stets um den Kern als eine helle Zone lagert. Fig. 33 Taf. XXVIII soll diese Verhältnisse veranschaulichen. Solche Bilder können leicht zu Täuschungen Veranlassung geben und den Anschein erwecken, als sollte es jetzt zu einer völligen Auflösung oder Verschmelzung der Zellen kommen. Wahrscheinlich sind es die hier beschriebenen Vorgänge auch gewesen, welche Goette (27) zu dem Irrthum führten anzunehmen, dass das junge Ei durch eine successive Verschmelzung zuerst der Zellleiber und dann der Zellkerne mehrerer neben einander liegender Zellen entstehe.

Eine Auflösung der Zellen mit ihren Kernen findet jedoch nicht statt; genaue Beobachtung lehrt vielmehr, dass sich die unregelmäßigen Kontouren des offenbar in lebhafter Arbeit begriffenen Kernes wieder mehr abrunden, während in der hellen Grundsubstanz zahlreiche chromatische Körner von feiner und grober Beschaffenheit (letztere wahrscheinlich durch Vereinigung einzelner feinerer Körnchen entstanden) auftreten. In Fig. 35 Taf. XXIX ist ein solcher Kern mit seiner Zelle sehr stark vergrößert abgebildet. Wie aus dieser Figur hervorgeht, sind die Chromatinkörnchen und -körner so neben und an einander gelagert, dass man darin ein Netz- oder Balkenwerk erkennen kann. Obwohl ein solches unter geeigneten Umständen trotz der Kleinheit des Objektes stets von mir hat wahrgenommen werden können, habe ich doch nie Kernspindeln oder Kernplatten aufgefunden.

Erst nach Ablauf dieser Veränderungen treten die Kerne der Kapseln in das Stadium der sogenannten Maulbeertheilung ein, welches damit beginnt, dass die Kerne, wie sie in Fig. 35 Taf. XXIX abgebildet sind, sich am Rande einschnüren. Diese Einschnürungen, sechs bis zehn an der Zahl, rücken nach und nach tiefer in das Kerninnere vor, wobei die dazwischen liegenden Ausbuchtungen je eines, oder seltener zwei der gröberen Chromatinkörner aufnehmen, und führen endlich zu einer vollkommenen Zerklüftung und zum Zerfall des Kernes. Direkt beobachtet an lebenden Zellen habe ich die Loslösung der einzelnen Theilstücke des Kernes allerdings nicht, dass eine solche aber stattfindet, folgere ich nicht nur aus den zahlreich in einer Zelle gefundenen Kernen s. Taf. XXVIII Fig. 18); ich sah auch öfter die Einschnürungen bis tief in das Kerninnere hineinreichen, so dass die Hervorragungen kaum noch unter

einander im Zusammenhang standen und einzelne auch schon losgelöst neben den übrigen lagen (s. Taf. XXVIII Fig. 18).

Nach meinen Beobachtungen scheint es übrigens, als würden die in einer Kapsel enthaltenen Zellen und Kerne nicht alle zugleich von der Maulbeertheilung und den dieselbe einleitenden Veränderungen betroffen; es ist vielmehr in dem Fortschreiten dieser Entwicklungsvorgänge eine gewisse Ordnung und Regelmäßigkeit zu bemerken, welche darin beruht, dass gewöhnlich die der Kapsel zunächst liegenden Zellen zuerst ergriffen werden, die mehr central gelegenen Zellen aber erst später nachfolgen[1].

[1] Die obenstehende Darstellung war bereits niedergeschrieben, als mir die Arbeit von Dr. Walter Voigt (32): »Über Ei und Samenbildung bei Branchiobdella«, worin diese Vorgänge ebenfalls behandelt sind, in die Hände kam. Das lebhafte Interesse, welches die Histologen gegenwärtig diesen Vorgängen zuwenden, und die noch immerfort herrschenden Unsicherheiten der Deutung derselben, mögen es entschuldigen, wenn ich noch etwas weiter darauf eingehe. Voigt nimmt eine andere Reihenfolge der Vorgänge an, als ich sie beschrieben. So sagt er pag. 303: »Die maulbeerförmigen Kerne (Fig. 4 obere Hälfte) füllen fast die ganze Zelle aus, das Zellprotoplasma ist körnig, während das der in Theilung begriffenen Zellen (untere Hälfte der Fig. 4) durchsichtig ist und die dunkle Chromatinsubstanz des Kernes einen geringen Raum einnimmt, so dass die Theilungsregion sich scharf von dem Rest des Eierstockes abhebt.« pag. 311: »Die Kerne, Taf. XVI Fig. 25, messen etwa 0,06 mm und zeigen im Allgemeinen noch deutlicher als die Zellen des jungen Eierstockes die eigenthümliche Maulbeerform. Die Vermuthung, dass diese eine Einleitung zum direkten Zerfall des Kernes in eine größere Anzahl von Theilstücken darstellt, wird dadurch noch besonders nahe gelegt, dass man auch hier in dem Kerne nicht ein bestimmtes Kernkörperchen antrifft, sondern in der Mitte der meisten, mehr oder weniger abgerundeten Vorwölbungen je einen dunklen Punkt wahrnimmt, den man für den Nucleolus eines neu entstehenden Kernes halten möchte.

Trotzdem habe ich nach sorgfältigster Prüfung einer großen Anzahl dieser Präparate nie einen wirklichen Zerfall des Kernes in kleine Theilstücke finden können, sondern im Gegentheil an wenig älteren Objekten statt einer Anzahl haufenweis zusammenliegender Kerne ganz deutliche Bilder der indirekten Kerntheilung getroffen, und zwar so, dass dicht neben Zellen mit maulbeerförmigen Kernen andere Zellen in verschiedenen Stadien der indirekten Theilung begriffen waren (Fig. 26). Ich muss also für Branchiobdella das Vorhandensein einer direkten Kerntheilung (Kernfragmentation) bestimmt in Abrede stellen, so sehr mir selbst auch Anfangs meine Präparate für dieselbe zu sprechen schienen.

Jene sonderbaren Formen der Kerne sind vielleicht eine Folge lebhafter, innerhalb der Kernsubstanz vor sich gehender Umlagerungen, welche die bald nachher eintretenden, sehr energischen Theilungen einleiten. Dass das Vorhandensein zahlreicher stark lichtbrechender Kügelchen von Nahrungsprotoplasma in den jungen Zellen etwa von außen her durch Druck auf den Kern jene un-

III. Stadium. Die maulbeerförmige Kernzerklüftung führt nun zum dritten Stadium in der Entwicklung, zur Ausbildung des Hoden und Ovarium, und giebt auch im vorderen Theil der Geschlechtsanlage, in der knotigen Anschwellung (Bidder'sches Organ zur Bildung jener im histologischen Theil uns bekannt gewordenen Eikapseln Anlass. Meinem Thema gemäß sehe ich hier von einer weiteren Verfolgung der Bildungsvorgänge im Hoden und Ovarium ab und befasse mich nur noch mit der Bildungsgeschichte der Eikapseln im Bidder'schen Organ.

3) Bildung des Keimbläschens und des Eikapselepithels. Wie bereits vorhin erwähnt, kommen die maulbeerförmig eingeschnürten Kerne zum gänzlichen Zerfall, so dass man alsdann, wie auch in Fig. 18 Taf. XXVIII und Fig. 43 Taf. XXIX richtig zu sehen, in einer Protoplasmamasse 6 bis 10 Kerne, durchschnittlich 0,0048 bis 0,128 mm messend, liegen sieht. Es findet jetzt unter diesen Kernen, so zu sagen, ein Kampf ums Dasein statt: denn nun handelt es sich um die Frage, welcher derselben zum Keimbläschen wird. Der Kampf ist bald entschieden; einer derselben nimmt an Größe zu und umgiebt sich mit der Hauptmasse des Protoplasmas, während die übrigen kleiner bleiben und sich mit einem nur geringen Plasmahof umlagern. Der erstere wird zum Ei, die anderen aber rücken an die Peripherie, vertauschen ihre anfänglich

---

regelmäßige Gestalt desselben hervorbringen möchte, ist nicht wahrscheinlich, denn das Auftreten der punktförmigen dunklen Chromatinkörper im Mittelpunkt der kugeligen Kerntheile weist darauf hin, dass Vorgänge im Inneren dabei die Hauptrolle spielen.« . . . . pag. 312: »In Fig. 27 gebe ich zum Vergleich einen Schnitt aus dem jungen Eierstock. Wir sehen hier bei *fk* einen Kern, in welchem am unteren Rande die dunklen Körner sich zu Faden anzuordnen scheinen: der Kern hat seine unregelmäßige Gestalt verloren und ist rund. Es ist möglich, dass wir hier ein Übergangsstadium vom maulbeerförmigen Kern zur Fadentheilung haben.« pag. 332: »Die Einzelheiten dieser Vorgänge sind jedoch noch nicht sichergestellt und in seiner jüngsten Abhandlung lässt es Nussbaum unentschieden, ob die Maulbeerform der Kerne eine direkte Kerntheilung einleite, oder nur in gewissen Fällen ein Anfangsstadium der indirekten Kerntheilung darstelle.«

Nach Voigt bilden also die maulbeerförmig eingeschnürten Kerne den Anfang zu einer indirekten Kerntheilung, während ich annehme, dass sie den Abschluss einer solchen bilden, so dass die Aufeinanderfolge der Vorgänge folgende sein würde: Zellruhe, — grobe Kerngranulation mit Zacken und Spitzen am Kernrand Fig. 34, — Auftreten eines Netz- und Balkenwerkes im Kern und Abrundung seines Randes Fig. 35, — maulbeerförmige Einschnürung des Kernes und Kernzerfall. Trotz dieser meiner Auffassung entgegenstehenden Darstellung glaube ich nach wie vor bei ersterer verharren zu müssen.

runde Gestalt nach und nach mit einer platten Form und liefern auf diese Weise das sogenannte Eikapselepithel (Membrana granulosa). Figur 18 Taf. XXVIII zeigt eine Zelle, in deren Protoplasma acht nahezu gleich große Kerne liegen; bei zweien ist eine vollkommene Trennung noch nicht eingetreten. Die Fig. 43 Taf. XXIX bildet ein weiter vorgerücktes Stadium ab; ein central gelegener Kern zeichnet sich durch seine Größe und sein großes Kernkörperchen vor den übrigen, zum Theil bereits peripherisch gelegenen aus; er repräsentirt das Keimbläschen. In Fig. 51 Taf. XXIX ist eine ganze Peritonealkapsel mit ihren Zellen kurz nach der Maulbeertheilung abgebildet. Die jungen Keimbläschen sind von den Kernen des späteren Eikapselepithels deutlich zu unterscheiden. Eine klare Begrenzung der jungen Eier gegen einander macht sich erst bei wenigen geltend; sie ergreift schließlich alle Eier, so dass man dann ein jedes, von einer Membr. granul. umgeben, innerhalb der allen gemeinsamen Peritonealkapsel liegen sieht. Zuweilen werden auch zwei Eier von einem gemeinschaftlichen Eikapselepithel umschlossen (s. Taf. XXVIII Fig. 17). Auch eine Theilung der jungen Eier scheint nicht selten zu sein.

4) Bildung der Tunica folliculi. Mit der Bildung des Keimbläschens und des Eikapselepithels hat nun aber die Entwicklungsgeschichte der Eikapseln noch nicht ihren Abschluss gefunden; es fehlt noch die vom histologischen Theil her uns bekannte zweite bindegewebige Kapselhülle, die Tunica folliculi. Dieselbe wird dem Ei von außen aufgelagert und entsteht von der die jungen Eier noch immer einschließenden Peritonealkapsel. Diese treibt nämlich Zweige nach innen, zwischen die jungen Eier vor, und wiederholt diesen Durchwachsungsprocess, bis ein jedes Ei mit einer zweiten Hülle versehen ist.

Zweiter Abschnitt.

1) Die Regeneration des Bidder'schen Organs. Wie in einem späteren Abschnitte wird nachgewiesen werden, fallen allmählich zahlreiche Eikapseln dem Untergange anheim. Dadurch würde schließlich eine vollkommene Verödung des Organs eintreten, wenn nicht für seine Regeneration durch Neubildung von Eikapseln Sorge getragen wäre. Aber woher nehmen die sich bildenden Eikapseln ihren Ursprung? Diese Frage ist für die Eierstöcke im Allgemeinen wie für die der Amphibien im Besonderen schon von vielen

Forschern aufgeworfen, stets aber verschieden beantwortet worden. Und auch ich habe gefunden, was schon Andere vor mir erfahren: wie schwierig es ist, das Herkommen der Eier zu bestimmen.

Für die Larven sind in den Geschlechtszellen die Keime, die durch successive Umbildung Geschlechtsorgan und Bidder'sches Organ liefern, aufgefunden worden. Eben so hat Nussbaum im Gegensatz zu älteren Anschauungen für die Ovarien der Frösche zu beweisen versucht, dass es auch in alten Thieren Geschlechtszellen sind, welche den Eiern den Ursprung geben. Er fand unter der Eierstocksoberfläche große Zellen ohne Follikelepithel, von denen er annimmt, dass sie Abkömmlinge der embryonalen Geschlechtszellen seien, die durch fortgesetzte Theilung zunächst Zellnester, ähnlich denen im Embryo, und schließlich durch Maulbeertheilung der Kerne Eier lieferten. Nussbaum sagt darüber 11. pag. 76: »Somit entwickeln sich die Eier der erwachsenen Batrachier in derselben Weise wie im Embryo. Da wir nun erstens beim Embryo die entstehenden Eier aus den Geschlechtszellen ableiten konnten und den Nachweis führten, dass die Peritonealepithelien nur bindegewebige Hüllen der Geschlechtszellen und ihrer Theilprodukte liefern: da zweitens bei den erwachsenen Batrachiern in Übereinstimmung mit Waldeyer die jungen Eikeime als etwas vom Peritonealepithel Verschiedenes erkannt wurden, und da drittens die Eibildung, sobald sie im Embryo begonnen, kontinuirlich weiter geht, so werden auch die späteren Eianlagen von den primären Geschlechtszellen abgeleitet werden dürfen. Ein direkter Beweis hierfür möchte allerdings schwer zu erbringen sein: allein es giebt in dem ganzen Beobachtungsmaterial keinen Faktor, der zu Ungunsten unserer Annahme geltend gemacht werden könnte.« An unserem Untersuchungsobjekt, dem Bidder'schen Organ, spricht für die Nussbaum'sche Theorie die Thatsache, dass sehr zeitig im Frühjahr unmittelbar unter dem Oberflächenepithel Zellen gefunden wurden, welche bestimmt keine jungen Eier waren, denn es fehlte ihnen das Eikapselepithel und sie kommen zu einer Zeit vor, da die Bildung junger Eier noch nicht begonnen haben konnte. Entweder lagen diese Zellen einzeln, oder zu mehreren, wie in Fig. 22 Taf. XXVIII. in eine Duplikatur des Oberflächenepithels eingeschlossen, beisammen. Außer diesen habe ich noch an anderen Präparaten Zellen, viel kleiner als jene, getroffen, ebenfalls in einer Duplikatur des Epithels gelegen (s. Taf. XXVIII Fig. 19). Es ist nun möglich, dass diese letzteren sich aus Zellen des Oberflächenepithels herausgebildet haben und durch fortgesetztes Wachsthum sich zu jenen

größeren Zellen weiter entwickeln, um durch Maulbeertheilung später die Eikapseln zu liefern, oder aber es sind die kleinen Zellen der Fig. 19 durch Theilung der größeren Zellen der Fig. 22 hervorgegangen. Sicherlich aber geht von derartigen Zellen, die also entweder Geschlechtszellen (Nussbaum) oder umgebildete Peritonealzellen sind, die Neubildung der Eikapseln aus. Eine endgültige Beantwortung dieser Frage nach dem Ursprung der Eikeime behalte ich mir vor, bis ich durch fortgesetzte Studien vollkommen klar geworden bin.

2) Regeneration des Bidder'schen Organs bei alten Weibchen von Bufo vulgaris. Schon früher (s. I. Theil, Anatomisches, Vorkommen) war davon die Rede, dass sich das Bidder'sche Organ auch an alten weiblichen Thieren von B. vulg. vorfindet, auch von Spengel hier gesehen und als letzte Reste des in der Rückbildung begriffenen Organs gedeutet worden ist. Dieser Deutung habe ich mich nicht anschließen können: es soll jetzt dargelegt werden, aus welchem Grunde solches geschah.

An einer großen Zahl von alten Weibchen, die ich im Frühlinge zweier auf einander folgender Jahre tödtete und untersuchte, fand ich keine merkbaren Anzeichen von noch vorhandenen Bidder'schen Organen: hingegen zeigten sich an einem Anfang Juni untersuchten Thier kleine, zwischen Ovarium und Fettkörper gelegene röthlichgelbe Knötchen (s. Taf. XXVIII Fig. 16), welche ich zunächst im Sinne Spengel's als Reste eines rückgebildeten Organs ansah, obwohl mir ihre Kompaktheit und lebhafte Färbung mehr für ein junges Bidder'sches Organ als ein im Begriff der Rückbildung stehendes zu sprechen schien. Dieser Umstand veranlasste mich dann auch, die betreffenden Gebilde mikroskopisch weiter zu untersuchen. Dabei überzeugte ich mich nun, dass ich es nicht mit den Resten alter, sondern mit den Anfängen neu sich bildender Bidder'scher Organe zu thun habe: denn an Querschnitten waren alle Entwicklungsstadien der Eikapseln zu erkennen, während ich vergeblich nach Spuren der Rückbildung suchte. Hiernach habe ich es mir angelegen sein lassen, an zahlreichen alten Weibchen nachzusehen, ob sich an ihnen gleichfalls das fragliche Organ finden lasse, obwohl ich im zeitigen Frühjahr vergeblich danach gesucht hatte. Und zu meiner Freude ist mir kein Thier unter die Hand gekommen, bei dem ich nicht entweder in Gestalt kleiner, zwischen Ovarium und Fettkörper gelegener Knötchen deutliche Anzeichen der Erneuerung des Organs oder gar schon gänzlich neugebildete Organe vorge-

funden hätte. Zugleich gewahrte ich, dass die Regeneration des Organs bald nach erfolgter Ablaichung, wenn die Fettkörper beginnen an Umfang und Kompaktheit zuzunehmen, anhebt, und während des Frühjahrs und Sommers fortschreitet, bis es vollkommen neu gebildet ist.

Dritter Abschnitt.

Degenerationserscheinungen an den Eikapseln des Bidder'schen Organs.

Einleitendes. Nachdem wir die Eikapseln bis zum Höhepunkte ihrer Entwicklung verfolgt haben, entsteht die Frage nach dem endlichen Schicksal derselben. Dass es keine zur Bildung eines befruchtungsfähigen Eies bringt, sondern früher oder später zu Grunde geht, gewahrten theilweise schon Jacobson und die nachfolgenden Beobachter. Über die Art des Unterganges selbst hat sich freilich nur v. Wittich ausgesprochen; er erkannte zuerst, dass sich das Protoplasma der Eikapseln in vielen Fällen mit einem äußerst feinkörnigen Pigment mischt, bis dieselben schließlich schrumpfen und in Pigmenthäufchen sich umwandeln, denen man auf Schnitten zwischen den Eikapseln vielfach begegnet. Später wurden diese Befunde v. Wittich's von Spengel freilich stark bezweifelt: nach seinen Erfahrungen soll es niemals zur Entwicklung von Pigment in den Eikapseln kommen. Dieser Behauptung muss ich entschieden entgegentreten: die nachfolgende Darstellung von der Rückbildung der Eikapseln wird genügende Beweise dafür bringen, dass v. Wittich im Rechte war. Zuvor sei mir aber gestattet einen kurzen Überblick über das von Anderen über die Degenerationserscheinungen der Eierstockseier Festgestellte zu geben.

Historisches. Pflüger [3] war der Erste, welcher diesen Auflösungsprocess der Eier richtig erkannte und den Untergang vieler Follikel direkt beobachtete. „Weiß man, mit welch außerordentlicher Geschwindigkeit die jungen Graaf'schen Bläschen sich bilden, wie in kurzer Zeit die kleinen zu beträchtlicher Größe heranwachsen, erwägt man, wie zahlreich sie im Vergleich zu den wenigen Eiern sind, welche während eines Jahres die Ovarien verlassen, so kann man sich kaum der Überzeugung erwehren, dass viele in dem Eierstock zu Grunde gehen. Es ist das sogar eine Nothwendigkeit..... Die Physiologie muss diesen Process einen nor-

malen nennen. Denn damit nur ein einziger Follikel reifen könne, müssen viele verderben, weil alle zu Grunde gehen würden, wenn die Natur sie gleichmäßig in der Entwicklung begünstigte.« Darauf schildert Pflüger einzelne seiner Beobachtungen und spricht von Zellen (er meint Granulosazellen), welche die Zona pellucida durchsetzen, in das Eiinnere gelangen und hier, »schmarotzen, etwa wie Pilze auf einem Organismus«. An einer anderen Stelle spricht Pflüger von einer fettigen Entartung der Follikel. Nach ihm fand Henle im Inneren der Ovarien neugeborener Kinder faltige Körper, die er für kollabirte Follikel hält. E. v. Beneden beobachtete die Rückbildung der Eier bei Fledermäusen, bei denen dieselbe Hand in Hand geht mit einer Gefäßwucherung in den Discus hinein. Außerdem ist der Untergang von Eiern beobachtet worden von Wagener (22), Beulin, A. v. Brunn (19), Slavjansky (24) und Schulin (17). Der Letztere hält es für wahrscheinlich, dass die Granulosazellen sich in Wanderzellen umwandeln, während die erstgenannten Autoren nur den Schwund der Membr. granul. behaupten. Eine ganz andere und bisher nicht beobachtete Art der Rückbildung der Eier hat Flemming (28) neuerlich an Ovarien von Kaninchen aufgefunden. Er hat sie »Chromatolyse« genannt. Dieselbe beruht seiner Meinung nach in einem Zerfallen der vorher aufgequollenen Granulosazellen und in einer Veränderung ihrer Zellkerne in der Art, dass ihr Chromatin sich zu kompakten Massen ballt und dass der Kern darauf als abgegrenzter Theil überhaupt untergeht.

Meine Beobachtungen über die Degenerationserscheinungen der Eikapseln lassen sich folgenden allgemeinen Gesichtspunkten unterordnen: die Rückbildung geschieht entweder durch einwandernde Granulosazellen, oder durch Pigmentbildung, oder durch Gefäßwucherung verbunden mit Einwanderung von Granulosazellen, oder durch Gefäßwucherung verbunden mit Pigmentbildung.

a. Rückbildung durch einwandernde Granulosazellen. Bereits bei Besprechung der Hüllen der Eikapseln wurde darauf hingewiesen, dass zeitweise, wie auch Lindgren (21) beobachtete, einzelne Granulosazellen in das Eiinnere einwandern, hier aufgelöst werden und dann zur Ernährung des Eies und zur Bildung des Dotters dienen. Andererseits ist aber auch im Gegensatz hierzu behauptet worden, dass durch die Einwanderung von Granulosazellen der Untergang der Eikapseln herbeigeführt werde. Obwohl ich mich nun vorher schon für die andere Ansicht ausgesprochen habe, so gerathe ich doch, wenn ich jetzt auch Lindgren beistimme, durchaus

nicht in einen Widerspruch; denn so schroff sich diese beiden Anschauungen auch gegenüber stehen und so unvereinbar sie auch zu sein scheinen, so sind sie es in Wirklichkeit doch nicht. Es ist anzunehmen und lässt sich sehr wohl ohne Widerspruch denken, dass derselbe Vorgang hinsichtlich seiner Wirkungen verschieden ist, je nach den Ursachen nämlich, welche ihn veranlassen. So hat denn auch in unserem Falle das Eindringen der Granulosazellen in das Ei, wie aus der doppelten Wirkung auf dasselbe zu schließen, zwei verschiedene Ursachen; welcher Art dieselben freilich sind, darüber wage ich keine bestimmte Erklärung abzugeben. Muthmaßlich dringen in dem einen Falle nur die für ihren Zweck untauglich gewordenen Granulosazellen in das Ei vor, um hier unterzugehen, im anderen Falle geben vielleicht die die Eikapseln versorgenden Gefäße und Nerven den Anstoß zur Einwanderung.

Den Auflösungsprocess in seinem Beginne veranschaulicht Fig. 42 der Taf. XXIX. Der Zellleib hat sich von der Zellkapsel zurückgezogen, so dass die Membrana granulosa nicht mehr vollständig davon erfüllt wird, und von letzterer ist ein Theil der Zellen in das Eiinnere vorgerückt. An den bereits im Ei liegenden Wanderlingen ist überall deutlich zu erkennen, dass es nicht etwa nur die Kerne der Granulosazellen sind, die aus den Zellen heraustretend, unter Zurücklassung der Protoplasmakörper, sich auf die Wanderung begaben; denn die die dunkel gefärbten Kerne umgebenden hellen Höfe sind nichts Anderes als die den Kernen angehörigen zarten Protoplasmaleiber. Merkwürdigerweise sind viele dieser Kerne getheilt, so dass in manchen Protoplasmahöfen deren zwei, in einigen sogar drei zu sehen sind. Drei Kerne *x*, zeichnen sich weiter dadurch aus, dass ihr Chromatin eine eigenartig körnig-strahlige Anordnung zeigt, vielleicht, weil sie im Moment der einer indirekten Zelltheilung vorangehenden Kernspindel- und Kernplattenbildung gehärtet wurden. Wahrscheinlich folgt nach dieser Kerntheilung auch eine Theilung der übrigen Zelltheile. Für eine solche Vermehrung der Eindringlinge, welche natürlich auf Kosten des Eiplasmas und unter steter Abnahme desselben erfolgt, spricht auch der Umstand, dass wiederholt Eikapseln vorkommen, die mit Granulosazellen wie vollgepfropft sind. — Wie die Fig. 42 (Taf. XXIX) zeigt, sind die eingewanderten Zellen an einer Stelle bis unmittelbar an das Keimbläschen vorgerückt, in dessen Inneres jedoch keine einzige eingedrungen ist.

Dass die in der Eikapsel enthaltenen Zellen wirklich Granu-

losazellen sind, wird vielleicht noch deutlicher aus der Fig. 41 *a* der Taf. XXIX. Hier haben sich sehr viele Granulosazellen aus dem Verbande gelöst. Während einige nur erst um ein Geringes in das Ei vordrangen, sind andere bereits bis zum Kern und in diesen selbst hineingerückt. Dabei ist auch hier, wie schon am vorigen Präparat, in einigen Kernen *x* das Chromatin strahlig angeordnet. An vielen bietet sich eine andere auffällige Erscheinung dar: dieselben zeigen nämlich äußerst klar und deutlich eine maulbeerförmige Einschnürung, die wohl auch als ein Anzeichen nahe bevorstehender Theilung angesehen werden darf. In Fig. 41 *b* der Taf. XXIX ist ein derartiger Kern stärker vergrößert abgebildet. Hand in Hand mit diesem Vermehrungsprocess der Granulosazellen geht ein Dahinschwinden oder eine Aufzehrung des ganzen Eies (ich erinnere hier an den treffenden Vergleich PFLÜGER's: »es schmarotzen die Granulosazellen im Ei, etwa wie Pilze auf einem Organismus«). Anfänglich, so lange die Zahl der eingewanderten »Schmarotzer« nur eine noch geringe ist, lassen sich besondere Veränderungen an der Eizelle nicht konstatiren, später jedoch verändert sich der Zellleib, indem das immer mehr sich verringernde Protoplasma sich strahlig auszieht und den Eindruck einer netzartigen Zerklüftung macht. Diese Veränderungen treffen schließlich auch den Kern.

Den weiteren Fortgang der Rückbildung stellt Fig. 40 der Taf. XXIX dar. In einem kleinen Rest des netzartig zerklüfteten Protoplasmas liegen die Granulosazellen mit ihren Kernen, des weiteren Schicksals harrend, welches in fortgesetzter Verschrumpfung der Eikapsel und schließlich auch in einer Einschmelzung der eigenen Masse besteht, worauf dann die benachbarten Eikapseln durch ihren Druck das Ganze zur Verödung bringen.

Über das Endresultat der Atresie der Eierstocksfollikel hat man sich dahin ausgesprochen, dass die in die Follikel gelangten Granulosazellen zu Bindegewebselementen würden und dann am Aufbau der Gefäße Theil nehmen; mir scheint jedoch diese Auffassung unwahrscheinlicher, als die Annahme einer langsamen Einschmelzung sowohl der Eikapseln wie der in sie eingewanderten Granulosazellen, welch letztere oft von 0,0160 bis auf 0,0048 mm zurückgegangen sind.

b. Rückbildung durch Pigmententwicklung. Eine andere Art der Atresie der Eikapseln nimmt ihren Anfang mit dem Auftreten eines gelblichen oder dunkelbraunen Farbstoffes. Derselbe ist nicht krystallinisch, sondern erscheint bei mikroskopischer Be-

trachtung in Form feiner rundlicher Körnchen (s. Taf. XXIX Fig. 50). Es ist schwer zu sagen, ob sich das Pigment in den Eizellen selbst durch Entartung des Zellinhaltes bildet oder ob es außerhalb derselben gebildet und dann von den Eikapseln aufgenommen wird. v. Wittich hat sich hierüber nicht ausgesprochen, mir selbst aber ist es wahrscheinlich, dass das Pigment — ähnlich wie beim Corpus luteum (His [18], R. Leuckart [1]) — aus dem Blutfarbstoff stammt, welcher aus dem in den Venenräumen stagnirenden Blut in die Umgebung transsudirt und von den Eikapseln aufgenommen wird. Für diese Annahme möchte auch die Thatsache sprechen, dass in den degenerirenden Eikapseln die ersten Spuren des Pigments nicht in centralen, sondern in peripherischen Theilen sich zeigen. In Fig. 50 Taf. XXIX ist eine Eikapsel abgebildet, in der die Bildung, oder richtiger die Aufnahme von Pigment von der Peripherie her begonnen hat, während die centralen Theile der Zelle, besonders auch der Bewegungen ausführende Kern, eine normale Beschaffenheit erkennen lassen. Dass unter dieser Pigmentbildung aber auch der Kern leidet, bis er schließlich seine Existenz völlig aufgiebt, versinnlicht Taf. XXIX Fig. 46, in der das ganze Eiinnere mit einem dunkelbraunen Pigment erfüllt ist. Wie aus den kleinen und größeren Pigmenthäufchen zu schließen sein dürfte, die zwischen die gesunden Eikapseln eingestreut sind, schrumpfen die mit Farbstoff gefüllten Eikapseln langsam zusammen, während ersterer allmählich resorbirt wird.

c. Rückbildung durch Gefäßwucherung verbunden mit Einwanderung von Granulosazellen. Die allergewöhnlichste und darum auf einem Schnitte auch selten fehlende Art der Rückbildung der Eikapseln ist die durch Einwucherung der die Eikapseln umspinnenden Kapillargefäße, mit der sich eine oft massenhafte Einwanderung von Granulosazellen verbindet. Das Einwachsen von Gefäßschlingen in den Discus der Fledermauseier beobachtete, wie schon früher erwähnt, in ausgedehntem Maße v. Beneden (23). Solche Gefäßwucherungen sind darum von besonderem Interesse, weil ähnliche Erscheinungen auch die Bildung des Corpus luteum begleiten (s. hierzu auch R. Leuckart [1] und His [18]). Sie erstrecken sich verschieden tief in das Ei hinein und führen immer zu einer Auflösung der Eikapseln. Bei diesem Wucherungsprocess wird die Membr. granul. zerstört, daher findet man die Zellen derselben oft in Menge im Ei beisammen liegen. Ich will das Gesagte nur an einem Beispiel erläutern: Fig. 48 Taf. XXIX stellt eine Eikapsel dar.

bei welcher an einer Stelle die Membr. granul. durch eine Gefäßwucherung unterbrochen ist. Die Gefäßschlingen sind bis gegen das Eicentrum vorgedrungen: das Keimbläschen ist nur noch als eine langgezogene, seitwärts gelegene Scholle zu erkennen. Die Kerne der eingedrungenen Granulosazellen sind theilweise von unregelmäßiger Gestalt, als hätten sie bei Einwirkung des Härtungsmittels Bewegungen ausgeführt. Auch die mit dem Gefäß in das Ei gelangten Blutkörperchen sind nicht von normaler Gestalt; sie sind kantig und eckig, als sei ihr Eindringen unter starkem Drucke erfolgt.

d. Rückbildung durch Gefäßwucherung verbunden mit Pigmententwicklung. Als vierte Art des Unterganges der Eikapseln bezeichne ich diejenige, welche gleichzeitig mit einer Gefäßwucherung und Pigmentbildung beginnt; sie kommt verhältnismäßig am seltensten vor, ist aber keine zufällige Erscheinung, da ich sie an Thieren aller drei Krötenarten fand. In Fig. 45 Taf. XXIX ist die Eikapsel eines Organs von B. vulg. abgebildet, in welcher auf der einen Seite eine geringe Menge feinen Pigments sich entwickelt hat, auf der anderen Seite dagegen eine deutliche Gefäßschlinge zu sehen ist. Fig. 44 Taf. XXIX zeigt eine Eikapsel, bei der dieser Zerstörungsvorgang weiter vorgeschritten ist; fast das ganze Innere ist mit Farbstoff und Blutkörperchen angefüllt.

Vierter Abschnitt.

Spermabildung.

a. In den Eikapseln des Bidder'schen Organs. Im weiteren Verlauf meiner Darstellung komme ich jetzt zu einem Abschnitte, in dem ich ein äußerst überraschendes und wichtiges Ergebnis, das Auftreten von Samenkörpern innerhalb der Eikapseln und zwar zunächst der des Bidder'schen Organs, besprechen werde. So weit mir die Litteratur bekannt geworden ist, habe ich nirgends finden können, dass bereits vor mir bei irgend einer Thiergruppe die Bildung von Samenkörpern in Eiern wäre beobachtet worden, und dieser Umstand macht sicherlich die nachfolgenden Mittheilungen noch interessanter.

Die ersten dieser Beobachtungen machte ich an einem dreijährigen, am 3. Juni 1884 kurz nach dem Einfangen getödteten männlichen Thiere, dessen Bidder'sches Organ eine Länge von 4 mm und

eine Breite von $2^1/_2$ mm besaß. Fig. 38 Taf. XXIX giebt ein Bild, zusammengestellt aus drei auf einander folgenden Schnitten, ungefähr aus der Mitte einer der an den Hoden angrenzenden Eikapseln dieses Organs. Die Bindegewebshülle in der Figur nicht zu sehen ist gut erhalten und an allen Schnitten klar zu sehen; nicht so die Membr. granul. Ihre Kontinuität ist an einer Stelle unterbrochen und einzelne ihrer Zellen sind aus dem Verbande ausgetreten und in das Innere vorgerückt, ein Vorgang, der nicht mehr überraschen wird, da ganz dieselbe Erscheinung auch bei der Rückbildung der Eikapseln (pag. 533 ff.) stattfindet. Zwischen den im Inneren liegenden Granulosazellen gewahrt das Auge 0,0048 bis 0,0128 mm lange, lebhaft, wie die chromatische Substanz gefärbte Körper, welche, wie sich alsbald noch bestimmter ergeben wird, in der Weiterentwicklung aufgehaltene Samenelemente sind. Nachdem die Natur dieser Einlagerungen einmal erkannt war, entstand alsbald die Frage, wie das Auftreten derselben in der Eikapsel zu erklären sei, ob sie etwa von außen her in dieselbe eingedrungen oder sie sich in ihr selbst gebildet haben? Das Außergewöhnliche des ganzen Phänomens suchte ich zunächst in der denkbar einfachsten Weise zu erklären, indem ich annahm, es sei einer der angrenzenden Hodenfollikel geplatzt und habe einen Theil seines Inhaltes in diese Eikapsel ergossen. Allein eine genaue Prüfung entzog dieser Annahme jeden Boden; nicht nur, dass die Hodenkapseln und Eikapsel vollkommen geschlossen und unversehrt waren, auch der Hoden des Thieres ergab sich noch als unreif, da in noch keinem seiner Theile Samenkörper entwickelt waren. Die Bildung der Samenelemente musste demnach, so auffällig diese Thatsache auch sein mag, in der Eikapsel selbst erfolgt sein. Ich will versuchen den Hergang der Entwicklung aufzuklären. Wie aus der Abbildung Taf. XXIX Fig. 38 zu ersehen, haben die in die Eikapsel eingewanderten Granulosazellen ihr ursprüngliches Aussehen und Beschaffenheit nicht beibehalten. Die meisten haben auf der Wanderung eine Reihe von Veränderungen durchgemacht; nur wenige besitzen noch annähernd die platte Gestalt. Die übrigen, wie auch ihre Kerne, sind kugelig geworden und haben wohl auch an Größe zugenommen. Weitere sichtbare Umwandlungen bestehen in einer groben Granulirung, welche die Kerne vielfach angenommen haben. Diejenigen Zellen, in deren Kernen diese grobe Granulation am weitesten vorgeschritten zu sein scheint, wenigstens am deutlichsten hervortritt, sind in ihrem ganzen Aussehen von Spermamutterzellen vor ihrer Umwandlung in

Samenkörper kaum zu unterscheiden. Indem ich auf die Zellen *y* besonders hinweise, in deren Kernen ein oder zwei langgezogene Körper, wie ich annehme, in der Entwicklung begriffene Samenkörper liegen, wage ich zu behaupten: die Granulosazellen der Eikapseln des Bidder'schen Organs vermögen sich unter geeigneten Umständen zu Samenkörpern umzuwandeln.

Eine solche Samenkörperbildung in Eikapseln des Bidder'schen Organs mit gleicher Bestimmtheit nachzuweisen, wie in dem eben beschriebenen Falle, ist mir bis jetzt nicht wieder gelungen, doch kann ich Ähnliches für eine andere verwandte Thiergruppe, die Salamander, konstatiren. So ließ eine in Schnittserien zerlegte Hodenabtheilung eines jungen, vielleicht zweijährigen Salamandra maculata nicht den geringsten Zweifel, dass dieselbe aus Eikapseln, ähnlich denen im Bidder'schen Organ der Kröten, bestand. Leider habe ich es unterlassen mir bei der Präparation des Thieres, vor dem Härten, Färben und Schneiden, Notizen über die makroskopische Beschaffenheit des Hoden zu machen, und kann daher hier nur beschreiben, was ich an meinen Schnitten beobachtete. Dieselben zeigen alle ein ähnliches Bild wie das in Fig. 39 Taf. XXIX dargestellte, welches von einer Eikapsel genommen ist, an der die Bindegewebshülle, nicht aber die Membr. granul., erhalten ist. Letztere hat sich aufgelöst und ihre Kerne frei gegeben. Die letzteren sind von theils länglich runder, theils drehrunder Gestalt, im ersteren Falle 0,0128 bis 0,0160 mm lang und 0,0096 bis 0,0128 mm breit, im anderen durchschnittlich 0,0144 mm groß und haben sich in dem Zellplasma zerstreut. Außer den Kernen der Membr. granul. liegen im Zellplasma eine Anzahl kugelrunder 0,0016 bis 0,0032 mm große Gebilde, welche, wie aus der Tinktionsfähigkeit zu erschließen, Kügelchen chromatischer Substanz sind, die wahrscheinlich im Keimbläschen der Eikapseln gebildet sind und durch dessen Auflösung frei wurden. In keiner der Eikapseln ist ein Keimbläschen zu finden, dieselben sind bei den Umänderungen des Eiinneren zu Grunde gegangen. Ferner finden sich zwischen den freien Granulosazellkernen und den Chromatinkügelchen im Zellplasma zahlreiche Samenkörper in den geschilderten Entwicklungszuständen, von 0,0048 bis 0,0860 mm lang. Wie bereits bemerkt, ist mir von allen Salamanderhoden, die ich in Schnittserien zerlegte und untersuchte, keiner wieder vorgekommen, welcher Verhältnisse, wie die hier beschriebenen, erkennen ließ. Freilich stammten die geschnittenen Hoden fast ausnahmslos von älteren Thieren her und diese weisen in den einzelnen Abthei-

lungen die durch Andere hinlänglich bekannt gewordene histologische Zusammensetzung auf. Möglich wäre es ja, dass an jüngeren Thieren dann und wann oder vielleicht regelmäßig solche Erscheinungen sich zeigten; bis jetzt stand mir jedoch ein reicheres Untersuchungsmaterial nicht zur Verfügung, so dass ich nicht weiter entscheiden kann, ob das Vorkommen von Hodenabtheilungen, aus Eikapseln zusammengesetzt, häufig ist oder nicht.

Noch weitere Aufschlüsse über diesen eigenartigen Process der Spermabildung in Eikapseln wird das Folgende geben.

b. In solchen Eikapseln, welche im Hoden vorkommen. Das Vorkommen von Eikapseln innerhalb des Hoden der Frösche ist schon vor mir durch Andere bekannt geworden, und ich kann diese Beobachtungen durch einige neue Beispiele erweitern: ihr Auftreten im Krötenhoden wurde im histologischen Theil dieser Arbeit besprochen. Weiter aber habe ich mir auch über das Schicksal dieser Hodeneier, worüber bisher nur Vermuthungen laut geworden sind, Aufschlüsse verschafft, und an einer Anzahl von Fällen gefunden, dass sich unter geeigneten Bedingungen, die ich nicht näher kenne, in diesen Eiern Samenkörper bilden, in ganz ähnlicher Weise, wie solche im vorigen Abschnitt beschrieben worden ist. Ich will hier die Beschreibung nur zweier der mir bekannt gewordenen Fälle folgen lassen und wähle diejenigen Präparate aus, welche den ganzen Vorgang der Entwicklung am deutlichsten veranschaulichen.

In Fig. 40 Taf. XXIX ist der Schnitt durch eine von Hodenfollikeln eingeschlossene Eikapsel abgebildet, deren Membr. granul. stellenweise aufgelöst ist. Die frei gewordenen Granulosazellen sind in das Zellplasma vorgerückt und haben hier theilweise eine runde Gestalt angenommen. Bei einigen ist das die Kerne umschließende Protoplasma noch deutlich als heller Hof zu erkennen. Außer der Gestaltveränderung, welche die Granulosazellen mit ihren Kernen erfahren haben, sind ferner bei einer Anzahl mehr oder weniger deutlich diejenigen Veränderungen zu erkennen, welche auch an den Spermamutterzellen kurz vor ihrer Umwandlung in Sperma wahrzunehmen sind. Etliche der so umgewandelten Granulosazellen haben den Bildungsprocess vollendet und haben sich in Samenkörper umgewandelt, wie die umherliegenden 0,0064 bis 0,0128 mm langen Spermatozoen beweisen. Weiter vorgeschritten ist die Umwandlung des Eies in Samenkörper in dem in Fig. 37 Taf. XXIX zur An-

schauung gebrachten Falle: vom Ei ist nur noch ein Rest des Protoplasma, in ihm das Keimbläschen gelegen, erhalten. Die eingedrungenen Granulosazellen zeigen die Umbildung in allen Entwicklungsstufen bis zum fertigen Sperma.

Schlussbetrachtungen.

Wenn ich versuchte in den voranstehenden Abschnitten eine genauere Darlegung der anatomischen, histologischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse des Bidder'schen Organs zu geben, und es mir möglich war, dem bis jetzt Bekannten manches Neue hinzuzufügen, so glaube ich doch meine Untersuchungen nicht eher abschließen zu dürfen, als bis ich die Ansichten der Autoren über die Natur dieses Organs kurz zusammengestellt, sie mit den Resultaten meiner Untersuchung verglichen und geprüft habe, welche von ihnen die richtige sein mag.

Abgesehen von den Ansichten der beiden ersten Beobachter, von denen der eine (Rösel) das fragliche Organ für einen Theil des Fettkörpers hielt, und der andere (Rathke) es mit dem Hoden verwechselte, lassen sich die Anschauungen der Autoren, trotz aller Verschiedenheit im Einzelnen, unter wenige allgemeine Gesichtspunkte zusammenfassen. Entweder nämlich hielt man das Bidder'sche Organ für ein rudimentäres Ovarium, oder man bestritt den Eierstockscharakter desselben und erklärte es für eine auf früher Stufe der Entwicklung stehen gebliebene Hodenabtheilung. Die letztere Auffassung, zuerst von Bidder (2) ausgesprochen, der später auch Leydig (10) beitrat, hat einen weiteren Vertreter in Spengel (13, 14) gefunden; die erstere vertraten und vertheidigten Jacobson (7), v. Wittich (8), v. la Valette St. George (12) und neuerlich auch Bourne (16) und A. M. Marshall (15). Sie ließen sich in ihrem Urtheil dadurch leiten, dass hinsichtlich des Baues die Eikapseln des Bidder'schen Organs im Wesentlichen mit ovarialen, auf einer frühen Stufe der Entwicklung stehen gebliebenen Eiern übereinstimmen, was auch von den Gegnern rückhaltlos anerkannt worden ist. Die Berechtigung, das Organ als rudimentäres Ovarium und die Thiere selbst für Hermaphroditen anzusehen, glaubte man ferner damit stützen zu können, dass die Müller'schen Gänge der Männchen nicht vollkommen rückgebildet sind, sondern als ansehnliche Über-

reste zeitlebens erhalten bleiben. Obschon an der Richtigkeit dieser Thatsachen nicht zu zweifeln ist, so ist dem doch entgegenzuhalten, dass bei der Bestimmung der Zwitterigkeit in erster Instanz die Keimdrüsen entscheiden und die Verhältnisse der Leitungsbahnen der Geschlechtsprodukte dabei eine nur sehr nebensächliche Rolle spielen, überdies Analoges auch in zahlreichen anderen Thiergruppen zu finden ist; ich erinnere z. B. nur an das durch R. Leuckart (29) eingehend beschriebene Weber'sche Organ.

Welches sind nun hiergegen die Beobachtungen, durch die sich Bidder und die Vertreter seiner Ansicht bestimmen ließen? — Bidder (2) fand bei mikroskopischer Untersuchung ganz ähnlich aussehende Kapseln wie im Hoden, so auch in dem nach ihm benannten Organ, die sich, wie er meinte, von einander nur dadurch unterschieden, dass sie hier eiähnliche Zellen enthielten, dort von Spermatozoen dicht erfüllt waren. Er nahm hiernach keinen Anstand das Hodenanhängsel für eine auf niedriger Entwicklungsstufe stehen gebliebene, die Samenkörper nur vorbereitende Hodenabtheilung zu erklären. Eine weitere Stütze für diese Hypothese glaubte Bidder in der bei Tritonen und Salamandern vorkommenden Zerfällung der Hoden in einzelne Abtheilungen gefunden zu haben. Wenn nun auch eine gewisse Ähnlichkeit in den Lagerungs- und Gliederungsverhältnissen der Geschlechtsdrüsen dieser Thiere nicht zu verkennen ist, so dürften doch derartige rein äußerliche Momente für die Bidder'sche Deutung keine sichere Basis abgeben. Daher konnte es denn auch nicht Wunder nehmen, wenn v. Wittich dieser Auffassung widersprach und sie zu widerlegen suchte, indem er darauf hinweist:

1) dass keine Vasa efferentia von jenem Organ ab nach den Nieren zu verlaufen;

2) dass ein Zusammenhang zwischen dem eigentlichen Hoden und jener vorderen Drüse nicht existire und daher nicht einzusehen sei, wie die vorbereitend entwickelten Samenbestandtheile in die Hodenräume gelangen, und

3) dass das Organ bei B. calam. und B. variab. gerade zu einer Zeit verschwinde, in der die Geschlechtsreife der Thiere bereits erreicht sei, so dass dadurch eine Zufuhr anderer als im Hoden vorgebildeter Samenbestandtheile ausgeschlossen bleibe.

v. Wittich ist in der Art seiner Argumente nicht ganz glücklich gewesen: denn ganz abgesehen davon, dass in der That Vasa efferentia vorkommen können s. S. 503), setzt die Bidder'sche Hypo-

these solche Abzugskanäle nach den Nieren hin überhaupt nicht voraus, sondern nur eine derartige Verbindung mit dem Hoden, dass nach dem letzteren zu eine Abfuhr der vorbereitend entwickelten Samenkörper möglich ist. Wenn nun auch durch unsere Untersuchungen keine besonderen Ab- und Zuleitungsgänge zwischen Bidder'schem Organ und Hoden nachgewiesen sind, so hat doch konstatirt werden können, dass eine scharfe Trennung der beiden Drüsenabschnitte in der von v. Wittich beschriebenen Art nicht vorhanden ist. Nicht minder stichhaltig ist der dritte Einwurf v. Wittich's, wonach wenigstens für B. calam. und B. variab. die Möglichkeit einer Hilfeleistung des Organs im Geschlechtsleben ausgeschlossen bleibe, da hier dasselbe erst zu einer Zeit verschwinde, wenn die Thiere die volle Geschlechtsreife bereits erlangt haben: denn unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass auch bei den angeführten Thieren das Organ, wenigstens im männlichen Geschlechte, während des ganzen Lebens verharrt und alljährlich sich regenerirt, ein Umstand, der eher für als wider die Bidder'schen Muthmaßungen sprechen würde.

Die Einwürfe v. Wittich's fanden daher keineswegs eine allgemeine Zustimmung. Zunächst wendet sich Spengel (13) dagegen. Derselbe hält, gestützt auf »einige Beobachtungen«, an der ursprünglichen Deutung Bidder's: jenes accessorische Organ sei eine Abtheilung des Hoden, fest, glaubt aber eine bestimmte Erklärung über die aktuelle Bedeutung desselben vorläufig nicht abgeben zu können. Durch eine Reihe von Einwänden gegen den Eierstockscharakter des Organs meint Spengel eine tiefere Begründung der Bidder'schen Hypothese zu erreichen. Er hebt hervor:

1) dass dem Bidder'schen Organ ein Hohlraum fehle;

2) dass sich in seinen Zellen niemals Pigment, wie in den ovarialen Eiern, entwickle;

3) dass seine vermeintlichen Eier ein etwas höheres Follikelepithel besitzen;

4) dass diese »Eier« in dem Bidder'schen Organ in mehreren Schichten angeordnet sind;

5) dass das Organ auch am Eierstock vorkommt und man dann gezwungen wäre, neben dem typischen Eierstocke noch ein »rudimentäres Ovarium« anzunehmen;

6) die Verhältnisse bei einem zwitterigen Individuum von B. vulg. (cin.), bei welchem sich jederseits ein Hoden und an jedem derselben ein mehrfächeriges Ovarium mit ziemlich großen Eiern und

einem an den Fettkörper grenzenden Bidder'schen Organ fand, und endlich

7) dass sich in den Eikapseln nie Dotterplättchen bilden und es nie zur Reifung und Ausstoßung dieser »Eier« komme.

Was zunächst den ersten Einwand anlangt, so erledigt sich derselbe durch die weiter oben gegebene Richtigstellung der Spengel'schen Beobachtung, denn es findet in Wirklichkeit bei älteren Thieren die Bildung eines Hohlraumes statt. Auch der zweite Einwand beruht auf einem Irrthum; der Abschnitt über die Degenerationserscheinungen hat gezeigt, dass sich in vielen Fällen Pigment in den Eikapseln entwickelt, nur dass damit der Untergang der letzteren in Verbindung steht. Nicht stichhaltig ist auch der dritte Einwurf: denn ein höheres Follikelepithel, als bei den ovarialen Eiern, wird bei den Eikapseln des Bidder'schen Organs nicht immer gefunden. Die unter Punkt vier geltend gemachte Mehrschichtigkeit der Eikapseln im Bidder'schen Organ ist allerdings ein charakteristisches Merkmal desselben und unterscheidet es von dem ausgebildeten Ovarium, da dieses stets eine Anordnung der Eier in nur einer Schicht erkennen lässt. Allein der Einwand richtet sich gegen die Deutung des Organs als eines rudimentären Eierstocks und wird hinfällig, wenn man erwägt, dass jedes Ovarium junger Kröten auf einer frühen Bildungsstufe vorübergehend mehrschichtig (2 bis 3schichtig) gefunden wird. Der fünfte und sechste Einwand bezieht sich auf die Thatsache des Vorkommens dieses merkwürdigen Organs bei Weibchen, so wie bei einem Zwitterthier, und enthält Bedenken von viel Gewicht, welche die Erklärung erschweren. Denn es muss auffallen, dass an sonst normal entwickelter Geschlechtsdrüse der vordere Abschnitt rudimentär bleibt, wie es nicht minder auffällig ist, dass an jenem Zwitter außer den Hoden und typischen Ovarien sich auch noch das Bidder'sche Organ vorfand! Und dass Spengel bei der Beschreibung des Zwitters sich nicht geirrt hat, dass erweisen zehn weitere Fälle echter Zwitterbildung, die mir bei meinen Untersuchungen unter die Hände kamen und worüber ich eine eingehende Besprechung demnächst an einer anderen Stelle geben werde. Diese von mir gefundenen Zwitter besaßen alle nicht bloß wohlentwickelte Hoden und ein- bis vielfächerige Ovarien, sondern auch an jedem Hoden und an jedem Ovarium ein Bidder'sches Organ, also deren vier (s. Taf. XXVIII Fig. 1). Wie konnte es, so könnte man fragen, neben jenem rudimentären Ovarium noch zur Bildung eines

normalen Eierstocks kommen, und warum entwickelte sich dieses Bidder'sche Organ nicht einmal über seine gewöhnlichen Grenzen hinaus und wandelte sich um in ein echtes Ovarium? Hierüber giebt uns die Entwicklungsgeschichte, wie ich glaube, Aufklärung. Es wurde beobachtet, dass der vordere Abschnitt der ersten Geschlechtsanlage dem hinteren in der Entwicklung vorauseilt, dass sich dieses schon äußerlich durch eine knotige Anschwellung der sonst fadenartigen Geschlechtsanlage kenntlich macht, eine Thatsache, die durch eine stärkere und raschere Vermehrung der Theilprodukte der Geschlechtszellen ihre Erklärung findet. Aber nicht allein eine stärkere Vermehrung dieser Zellen konnte beobachtet werden, sondern auch eine schnellere Aufeinanderfolge aller jener, die Bildung der Eikapseln einleitenden Veränderungen und Umgestaltungen in und an den Zellen. Daher kam es denn auch eben in diesem vorderen Abschnitte weit früher zur Fertigstellung von Eikapseln als in dem hinteren Abschnitte, welcher noch lange in geschlechtlicher Indifferenz verharrte und zu seiner Weiterbildung erst das Eintreten der das Geschlecht bestimmenden Ursachen abwartete. Von diesen konnte das Bidder'sche Organ nicht mehr betroffen werden, da seine Zellen in der Entwicklung so weit vorausgeeilt waren, und jenes frühe Stadium schon überschritten hatten, welches, wenn jene Ursachen wirksam sein und die einzuschlagende Richtung in der Fortentwicklung bestimmen sollen, noch nicht erreicht sein darf. So erklärt es sich denn auch, dass die Eikapseln des Bidder'schen Organs stets eine gewisse Unreife bewahren, und obwohl ihrem Bau und der Entwicklung nach mit jungen Eierstockseiern im Wesentlichen übereinstimmend, doch derjenigen Merkmale entbehren, die das Ei erst zu dem machen, was es ist: die Fähigkeit Dotterplättchen zu bilden und sich zu einem selbständigen Organismus zu entwickeln, was auch von Spengel in seinem siebenten Einwande berührt wird.

Marshall, der die Einatur der Kapseln des Bidder'schen Organs ausdrücklich anerkennt, hatte bemerkt, dass einzelne derselben sich im Zustande der Atrophie befanden, und wagt darauf hin einen neuen Erklärungsversuch, ohne sich dabei auf eigene entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen stützen zu können. Unter Hinweis auf die Thatsache, dass der Körper der Anuren die Tendenz zur Verkürzung zeige, so wie mit Rücksicht auf die Untersuchungen v. Wittich's, nach denen die Geschlechtsdrüsen der Kröten auf früher Entwicklungsstufe aus einem vorderen und einem hinteren Abschnitte

bestehen, von deren ersterem aus der spätere Fettkörper sich entwickelt, nimmt er an, dass »sowohl bei den Anuren als auch bei den Urodelen das vordere Ende der Geschlechtsdrüse in einer sehr frühen Periode, während die Drüse sich selbst noch in einem geschlechtlich indifferenten Zustande befindet, eine Rückbildung in Form einer fettigen Entartung erfährt«. Dem, was SPENGEL 14 gegen das Irrthümliche dieses Versuchs schon hervorgehoben hat, möchte ich noch hinzufügen:

1) dass nach meinen Befunden der Fettkörper seinen Ausgangspunkt nicht *in* der vorderen Anschwellung (BIDDER'sches Organ) der Geschlechtsanlage hat, sondern unabhängig von dieser *an* seinem vorderen Theile entsteht;

2) dass diese vordere Anschwellung *nicht frühzeitig fettig entartet*, sondern gleich dem eigentlichen Geschlechtsdrüsentheil und dem Fettkörper an Umfang zunimmt;

3) dass die in dieser Arbeit eingehend besprochenen Degenerationserscheinungen keinerlei Anhalt zu der Annahme einer fettigen Entartung des Organs bieten.

Die Zusammenstellung der Ansichten meiner Vorgänger und die Hinweise auf die Resultate der voranstehenden Untersuchung hat Aufklärung darüber gebracht, warum dieses merkwürdige Anhangsgebilde einer so verschiedenfachen Deutung ausgesetzt sein konnte: es lag dies an der unvollkommenen Kenntnis der morphologischen Verhältnisse. Wenn nun aber keiner der vorhandenen Anschauungen zugestimmt werden konnte, welche Antwort giebt uns denn unsere Untersuchung auf die Frage nach dem physiologischen Werth des Organs?

Ich hatte gehofft durch eine gewissenhafte und genaue Bearbeitung und Klarstellung der Morphologie genügenden Einblick in die physiologischen Vorgänge zu erlangen und so eine allseitig befriedigende Antwort geben zu können; aber meine Erwartungen haben sich in dieser Hinsicht nicht ganz erfüllt, und auch die bis jetzt von mir angestellten physiologischen Versuche haben zu noch keinem vollkommen abschließenden Urtheile geführt. Hungerversuche thaten dar, dass das Organ sich allmählich rückbildet, und, wie der Fettkörper, endlich gänzlich bis auf eine kaum merkliche Schicht verschwindet: ich glaube aber kaum, dass man daraus ohne Weiteres schließen darf, es sei das Organ ein Reservenahrungsbehälter. Dessen ungeachtet halte ich mich zu nachstehenden Folgerungen berechtigt:

1) Die Kapseln im Bidder'schen Organ stimmen ihrem Bau nach im Wesentlichen mit echten Eiern auf einer frühen Stufe ihrer Entwicklung überein und werden daher als Eikapseln bezeichnet werden dürfen, da besonders die Entwicklungsgeschichte dargethan hat, dass sie sich ganz eben so entwickeln, wie die Eierstockseier.

2) Eine Hilfeleistung des Organs bei der Samenbereitung in den keimbereitenden Geschlechtsdrüsen, etwa in der durch die Bidder-Spengel'sche Hypothese vorausgesetzten Form, hat in keinem Falle nachgewiesen werden können.

3) Auf Grund der morphologischen Kenntnis, so wie der angestellten physiologischen Versuche kann gegenwärtig eine ausreichende Antwort über die Bedeutung des Organs im Organismus der Thiere nicht gegeben werden.

4) Die Geschlechtsdrüsen der Kröten enthalten die Bedingungen für die Entwicklung beider Geschlechter auch dann noch, wenn das Stadium der geschlechtlichen Indifferenz bereits überschritten ist und erleiden allmählich eine Umbildung (s. hierzu besonders auch R. Leuckart [1 pag. 764]).

5) Es ist als erwiesen anzusehen, dass in einzelnen Eikapseln dieses Organs eine Bildung von Samenkörpern erfolgt, weshalb denn auch angenommen werden darf, dass jene Eikapseln — dasselbe gilt für die vereinzelt im Hoden vorkommenden Hodeneier — die Bedingungen für die Entwicklung sowohl der weiblichen, als auch der männlichen Geschlechtsstoffe enthalten.

6) Die Degenerations- und Regenerationserscheinungen, besonders die bei alten Weibchen von B. vulg., machen es wahrscheinlich, dass dieses Anhangsgebilde als überzähliges Organ eine gewisse, noch näher zu bestimmende physiologische Aufgabe hat.

Verzeichnis der benutzten Litteratur.

1. R. Leuckart, Zeugung. Wagner's Handbuch der Physiologie. Bd. IV. 1853.
2. Bidder, Vergl.-anat. u. histolog. Untersuchungen über die männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. 1846.
3. Pflüger, Über die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen.
4. A. J. Rösel, Historia naturalis ranarum. 1758.
5. H. Rathke, Beiträge zur Geschichte der Thierwelt. Dritte Abtheilung. Neueste Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. I. Bd. 4. Hft. 1825.
6. Jacobson, Förhandlinger vid de Skandinaviske Naturforskarnes tredje Möte i Stokholm. 1842.
7. Jacobson, Det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Naturvidenskabelige og mathematiske Afhandlinger. Tredje Deel. 1828.
8. v. Wittich, Beiträge zur morphologischen und histologischen Entwicklung der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der nackten Amphibien. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. IV. 1853.
9. Fr. Leydig, Die anuren Batrachier der deutschen Fauna. 1870.
10. Fr. Leydig, Anat. histol. Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.
11. M. Nussbaum, Zur Differenzirung des Geschlechts im Thierreich. Archiv für mikr. Anat. Bd. XVIII. 1880.
12. v. la Valette St. George, Über die Genese der Samenkörper. Archiv für mikr. Anat. Bd. X.
13. Spengel, Das Urogenitalsystem der Amphibien. Arbeiten a. d. zool. zoot. Instit. Würzburg. 1876.
14. Spengel, Zwitterbildung bei Amphibien. Biologisches Centralblatt. Bd. IV. 1884.
15. A. M. Marshall, On certain abnormal conditions of the reproductive organs in the frog. Journ. Anat. Physiol. vol. 18. pag. 121—144.
16. Bourne, On certain abnormalities in the common frog. Quart. Journ. microsc. Sc. vol. 24. pag. 83—86.
17. Schulin, Zur Morphologie des Ovariums. Archiv für mikr. Anat.
18. His, Beobachtungen über den Bau des Säugethier-Eierstocks. Archiv f. mikr. Anat. Bd. I.
19. v. Brunn, Die Rückbildung nicht ausgestoßener Eierstockseier bei den Vögeln. Beiträge zur Anatomie und Embryologie. Als Festgabe für Jakob Henle. 1882.
20. W. Flemming, Regeneration verschiedener Epithelien. Archiv für mikr. Anat. Bd. XXIV. 1884.

21 H. Lindgren, Über das Vorhandensein von wirklichen Porenkanälchen in der Zona pellucida. Archiv für Anat. u. Entwicklungsgesch. 1877.
22 G. R. Wagener, Bemerkungen über den Eierstock und den gelben Körper. Arch. f. Anat. u. Entw. 1879.
23 van Beneden, Über den Eierstock der Fledermäuse. Archives de Biologie I.
24 Kr. Slavjansky, Archives de physiologie 1874.
25 J. Müller, Bildungsgeschichte der Genitalien 1830.
26 Ecker, Anatomie des Frosches. 1864—82.
27 Goette, Entwicklungsgeschichte der Unke. 1875.
28 W. Flemming, Über die Bildung von Richtungsfiguren in Säugethiereiern etc. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1884.
29 R. Leuckart, Das Weber'sche Organ.
30 W. Flemming, Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Arch. f. mikr. Anat.
31 W. His, Untersuchungen über das Ei und die Eientwicklung bei Knochenfischen. 1873.
32 Walter Voigt, Über Ei- und Samenbildung bei Branchiobdella. Arbeiten a. d. zool. zoot. Institut Würzburg. 1885.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XXVIII und XXIX.

Vergr. meist circa 700/1. Seibert, Oc. I und Obj. VII. (Imm.)

Fig. 1. Geschlechtstheile eines Zwitter (B. vulg.). Am Eierstock (*O*) hängt ein großes (*B.O.''*) und zwischen Eierstock und Hoden (*H*) befindet sich ein kleines Bidder'sches Organ (*B.O.'*); 1× vergr.

Fig. 2. Hode und herzförmiges Bidder'sches Organ von B. vulg.; 1× vergr.

Fig. 3. Hode und Bidder'sches Organ von B. vulg.; letzteres besteht aus einem scheibenförmigen *B.O.''* und einem cylindrischen Theil *B.O.'*; natürl. Größe.

Fig. 4. Hode, Fettkörper und Bidder'sches Organ von B. variab.; letzteres in zwei Abtheilungen; natürl. Größe.

Fig. 5. Geschlechtsanlage von einer Larve (B. variab.), welche bei *G.J* die Weiterentwicklung herdweise zeigt; stark vergr.

Fig. 6. Geschlechtstheile von B. variab.; das Bidder'sche Organ lässt drei deutliche Abtheilungen erkennen; 1× vergr.

Fig. 7. Nervenverlauf schematisch dargestellt. *Sp* Sympaticus. Derselbe nimmt vom Ganglion *gI* aus seinen Weg nach der Vereinigung der Aortenbögen (*Ab*) und bildet hier ein großes Ganglion (*g.a.*). Von hier verläuft ein Zweig des Sympathicus zur Arteria mesent.; der Hauptstrang folgt der Art. descen. (*A.d.*) und bildet bei *g.b.* ein Ganglion, von dem aus ein Zweig (*N.B.O.*) an die nach dem Bidder'schen Organ

verlaufende Arterie (*A.B.*) herantritt und sich mit dieser gabelt. *Ws.* Wirbelsäule.

Fig. 8, 9, 10, 11 und 12. Zelle aus dem Bidder'schen Organ, deren Kern Chromatin aufnimmt. *a* Chromatinkugel.

Fig. 13, 14 und 15. Zellkern aus einer Eikapsel des Bidder'schen Organs, dessen Keimfleck sich auflöst.

Fig. 16. Bidder'sches Organ von einem alten Weibchen von B. vulg.

Fig. 17. Eikapsel mit zwei Eiern.

Fig. 18. Zelle nach der Maulbeertheilung mit acht Kernen.

Fig. 19. Epithelduplikatur vom Bidder'schen Organ mit kleinen Zellen, aus denen sich die Eikapseln entwickeln.

Fig. 20. Eikapsel mit sehr langgestrecktem Keimbläschen.

Fig. 21. Oberflächenansicht vom Bidder'schen Organ.

Fig. 22. Große Zellen in Epithelduplikatur.

Fig. 23. Pigmentzelle aus dem Bidder'schen Organ von B. variab.

Fig. 24 *a*, *b*, *c*, *d*. Zelle in vier verschiedenen Bewegungsstadien, im Stroma gefunden.

Fig. 25. Erste Geschlechtsanlage von B. vulg.; stark. vergr.

Fig. 26. Geschlechtsanlage, weiter entwickelt als in den Fig. 25 und 29.

Fig. 27. Geschlechtszelle von B. vulg. aus dem hinteren Abschnitt der Geschlechtsanlage.

Fig. 28. Geschlechtszellen mit Dotterplättchen.

Fig. 29. Erste Geschlechtsanlage, etwas weiter entwickelt als in Fig. 25.

Fig. 30. Geschlechtszellen aus dem vorderen Abschnitt der Geschlechtsanlage.

Fig. 31. Peritonealkapsel, welche acht Zellen einschließt. Die Kerne der central gelegenen sind nicht sichtbar.

Fig. 32. Peritonealkapsel mit drei Kernen, deren einer in Theilung.

Fig. 33. Zellen vor und in der Maulbeertheilung. Alle Zellen liegen in einer gemeinschaftlichen Peritonealkapsel.

Fig. 34. Zelle mit einem Kern vor der Maulbeertheilung, stark vergr. Der Kernrand ist mit Zacken und Spitzen besetzt.

Fig. 35. Zelle mit einem Kern kurz vor der Maulbeertheilung. Der Kern weist ein Netzwerk auf.

Fig. 36. Eikapseln (*Ei*) aus dem Hoden.

Fig. 37. Eikapsel aus dem Hoden von B. vulg., in der nur noch ein Rest vom Ei (*Ei* vorhanden. Die Granulosazellen sind zum Theil in das Innere der Eikapsel vorgerückt und haben entweder die Gestalt von Samenmutterzellen angenommen *Smz* oder sind in Samenkörper umgewandelt (*Skr*).

Fig. 38. Eikapsel aus dem Bidder'schen Organ. Die Membr. granul. ist an einer Stelle unterbrochen; die Granulosazellen sind in das Innere eingedrungen und sind in Samenmutterzellen *Smz* oder in Samenkörper (*Skr* umgewandelt. Die Kerne (*y* enthalten halbentwickelte Samenkörper.

Fig. 39. Eikapsel aus einer Abtheilung des Salamanderhoden. Die Granulosazellen sind in das Innere der Eikapsel vorgedrungen und sind in Samenmutterzellen (*Smz*) oder Samenkörper (*Skr*) umgebildet.

Fig. 40. Eikapsel aus dem Hoden von B. vulg. Viele der Granulosazellen sind in Samenmutterzellen *Smz* oder Samenkörper *Skr* umgewandelt.

Fig. 41 *a*. Degenerirende Eikapsel. Granulosazellen sind nach innen vorgerückt, theilweise bis in den Kern. Bei *x* befinden sich eingewanderte Granulosazellen in Theilung.

Fig. 41 *b* zeigt den Kern einer in eine Eikapsel eingewanderten Granulosazelle in Maulbeerform.

Fig. 42. Eikapsel mit aufgelöster Membr. granul. Das Protoplasma hat sich von der Eihülle zurückgezogen.

Fig. 43. Zelle nach der Maulbeertheilung. Von den sieben Kernen wird der central gelegene zum Keimbläschen.

Fig. 44. Eikapsel mit vielem Pigment, einer Gefäßschlinge (*Gfs*) und eingedrungenen Blutkörpern (*Blkr*).

Fig. 45. Eikapsel mit eingewachsener Gefäßschlinge (*Gfs*). Bei *Pgt* beginnt die Pigmentbildung.

Fig. 46. Eikapsel voller Pigment.

Fig. 47. Eikapsel, deren Kern Chromatin aufnimmt. Im Kern liegen fünf Keimflecke; einer *a*) ist in Bewegung und einer (*b*) hat sich aufgelöst.

Fig. 48. Eine Eikapsel mit zwei eingewachsenen Gefäßschlingen (*Gfs*) und vielen eingewanderten Granulosazellen (*Gr*).

Fig. 49. Eikapsel mit vielen Granulosazellen.

Fig. 50. Eine Eikapsel, in der sich Pigment entwickelt.

Fig. 51. Peritonealkapsel mit Zellen nach der Maulbeertheilung; die jungen Keimbläschen (*Kbl*) sind deutlich zu erkennen und zu unterscheiden von den Granulosazellen (*Gr*).

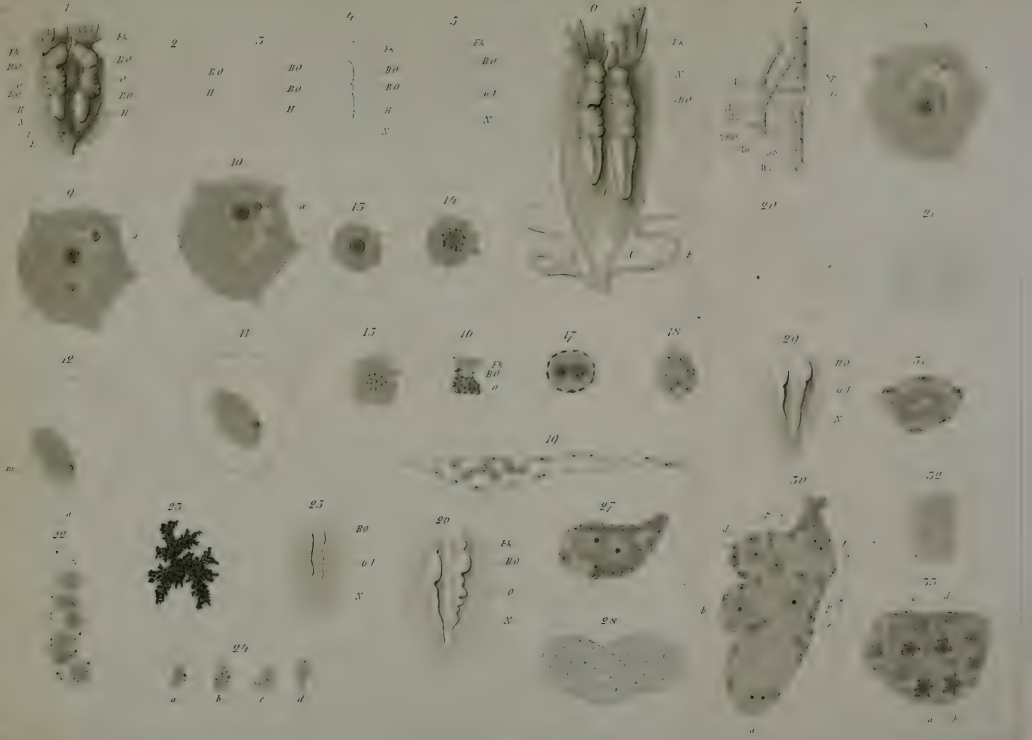
Fig. 52. Hode, Fettkörper und Bidder'sches Organ von B. variab., letzteres zieht sich bei *B.O.'* weit auf den Hoden; natürl. Größe.

Fig. 53 *a*, *b*, *c*. Keimbläschen, dessen Keimfleck sich auflöst.

Fig. 54. Geschlechtstheile von B. variab. 1 × vergr. Die Hoden sehr klein.

Durchgehende Bezeichnungen:

Fk Fettkörper, *B.O.* Bidder'sches Organ, *O* Ovarium, *H* Hoden, *N* Nieren, *U* Harnleiter, *E* Eileiter, *G.J* Geschlechtsdrüse im indifferenten Stadium, *Ei* Eikapsel, *Gr* Granulosazellen, *Smz* Samenmutterzelle, *Skr* Samenkörper, *Gfs* Gefäßschlingen, *Blkr* Blutkörper.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Versuch einer morphologischen Vergleichung der Vorticellinen mit verwandten Ciliaten.

Von

O. Bütschli.

Mit 7 Figuren im Text.

Seit der Zeit, wo mich das Studium der Conjugationserscheinungen zur Beobachtung zahlreicher Infusorien, darunter auch nicht weniger Vorticellinen veranlasste, hegte ich den Wunsch nach der Lösung der Frage: Wie sich die auffällige Verschiedenheit des Theilungsvorganges der Vorticellinen von dem bei den übrigen Ciliaten allgemein gültigen Verlauf, erklären lasse. Die Theilung der Vorticellinen geschieht bekanntlich nach der üblichen Auffassung der Länge nach, bei den übrigen Ciliaten, welche die große Mehrzahl bilden, quer. Seit ich über diese Verhältnisse nachdachte, hielt ich es für wahrscheinlich, dass jene Verschiedenheit wohl keine reale, sondern eine scheinbare sei, hervorgerufen durch eine, im Vergleich mit den übrigen Ciliaten unrichtige morphologische Orientirung des Vorticellinenkörpers. Hierfür sprach einerseits, dass die sich längstheilenden Vorticellinen gegenüber den sich quertheilenden übrigen Ciliaten eine kleine Minderzahl bilden, also die Wahrscheinlichkeit, dass die Quertheilung den ursprünglichen Vorgang bilde, eine große ist, was ferner dadurch unterstützt wird, dass die Vorticellinen nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten Forscher hochspecialisirte Ciliaten sind, und die einfacheren Ciliaten ohne Ausnahme Quertheilung zeigen. Zweitens ließ sich noch anführen, dass es an vermittelnden Übergangsstufen zwischen

Quer- und Längstheilung mangele. Dies Alles schien mir dafür zu sprechen, dass auch die Theilung der Vorticellinen im Grunde eine quere sei, demnach die, im Vergleich mit den übrigen Ciliaten seither als Längsachse dieser Formen beanspruchte Achse als eine quere aufgefasst werden müsse.

Erst die Vorstudien aber, welche ich in letzterer Zeit wegen der Bearbeitung der Infusorien für mein Protozoenwerk anstellte, führten mich zu einer Vorstellung über die wahrscheinliche Herleitung der Vorticellinen, welche, wie mir scheint, mit den Thatsachen ziemlich harmonirt. Im Nachfolgenden will ich dieselbe vorzutragen versuchen.

Zunächst müssen wir uns ganz kurz darüber orientiren, in welchem Umfange die Gruppe der Vorticellinen an dieser Stelle zu behandeln ist. Im Allgemeinen herrscht ja noch die Vorstellung, dass diese Formen gewissermaßen den Kernpunkt der Ordnung der Peritrichen im Sinne Stein's bilden und es sich bei unseren Betrachtungen also eventuell um die gesammten sogenannten Peritrichen handele. Wir verstehen hier unter Vorticellinen nur die drei Familien der Vorticellina, Ophrydina und Urceolarina Stein's [1], denn die übrigen Familien seiner Peritrichen haben entweder gar keine nähere Verwandtschaft mit jenen, wie dies für die Gyrocorida und Cyclodinea wohl zweifellos ist (letztere Familie ist ferner in sich unhaltbar, da Urocentrum keine näheren Beziehungen zu Didinium und Mesodinium besitzt), während die Familien der Ophryoscolecina, Spirochonina, Tintinnodea und Halterina, wenn sie auch mit den Vorticellinen vielleicht gewisse entferntere Verwandtschaftsbande verrathen, sich doch sehr erheblich von denselben entfernen und namentlich, so weit bekannt, in ihrem Theilungsvorgang nur wenig von der gewöhnlichen Quertheilung abweichen. Nur die Spirochonina schließen sich möglicherweise den eigentlichen Vorticellinen inniger an, doch kann die specielle Erörterung dieser Frage hier unterbleiben. Dagegen muss ich hervorheben, dass Entz [2] zuerst in sehr zutreffender Weise auf diese Zusammensetzung der Stein'schen Peritrichen aus heterogenen Elementen aufmerksam machte und in den wesentlichen Punkten das gegenseitige Verhältnis der Familien in derselben Weise erörterte, wie es eben geschah.

---

[1] S. Stein, Organismus der Infusorien II. pag. 168.

[2] Über die Infusorien des Golfes von Neapel. Mittheil. d. Zoolog. Station zu Neapel. V. Bd. pag. 407—408.

Unsere Untersuchungen haben sich demnach auf die genannten drei Familien der Peritrichen zu beschränken, die wir im Nachfolgenden zusammen als Vorticellinen bezeichnen werden. Diese Formen theilen mit den übrigen Ciliaten (ausschließlich der sogenannten Holotricha) die Eigenthümlichkeit, dass sie eine adorale Zone stärkerer Cilien oder Membranellen besitzen, welche dem Munde zuläuft und sich gewöhnlich in denselben hineinsenkt. Dieser Charakter zeichnet, wie bekannt, neben den Peritrichen Stein's auch dessen Heterotrichen und Hypotrichen aus, wenn wir von den zu letzteren nicht gehörigen Familien der Ervilina und Chlamydonta absehen.

Diese adorale Zone hat im Allgemeinen den im Folgenden beschriebenen Verlauf. Der Mund liegt in der Regel mehr oder weniger vom vorderen Körperende entfernt, auf der durch seine Stellung bezeichneten Bauchseite oder -fläche und ist dem linken Rande derselben häufig etwas genähert. Von ihm aus zieht die Zone an dem linken Rande eines sogenannten Peristomfeldes, der im Allgemeinen auch dem linken Rand der Bauchseite entspricht, bis zum Vorderende und wenn sie entwickelter ist, wie dies meistens der Fall, biegt sie, das Vorderende umziehend, nach rechts um und läuft längs der rechten Seite der Bauchfläche mehr oder weniger weit nach hinten. Auf diese Weise erlangt die Zone einen mehr oder weniger ausgesprochenen spiraligen Verlauf, welcher speciell bei einigen Heterotrichen (Stentor etc.) sehr prägnant hervortritt, da hier ihr rechter rücklaufender Theil bis zur Mundgegend reicht. Da ferner der Mund hier etwas tiefer liegt wie das aborale Ende der Spirale, so bildet dieselbe eigentlich eine niedere Schraube, welche nach der üblichen Bezeichnungsweise eine linksgewundene zu nennen ist[1].

Es ist nun bekannt, dass die adorale Spirale oder Schraube der Vorticellinen in ihrer allgemeinen Bildung viel Ähnlichkeit mit der eines Stentor besitzt, sich aber bei genauerer Untersuchung von derselben sehr wesentlich unterscheidet, indem sie bei der gewöhnlichen Betrachtung, d. h. wenn man auf die sogenannte Vorderseite oder Peristomscheibe einer Vorticelline blickt, nicht links- sondern rechtsgewunden

[1] Ich werde diese Bezeichnungsweise für die Windung der adoralen Spirale oder Schraube im Nachstehenden beibehalten, sie entspricht auch der von Claparède und Lachmann adoptirten, wogegen Stein die umgekehrte verwendet, die Spirale von Stentor etc. also eine rechtsgewundene nennt. Sachlich hat die Bezeichnungsweise ja keine Bedeutung.

erscheint (s. Fig. 5 *as*). Verfolgt man den Verlauf der Spirale vom Mund aus, so schreitet man in entgegengesetzter Richtung wie bei einer Heterotriche oder Hypotriche fort. Letzteres deutet schon bestimmt an, dass bei dem Hervorgehen der Vorticellinen aus einfacheren Formen (von der allgemeinen Bildung der beiden anderen Abtheilungen) besondere Vorgänge stattgefunden haben müssen. Dass wir aber die Vorticellinen von einfacheren Formen abzuleiten haben, deren adorale Spirale im Verlauf mit der der Heterotrichen oder Hypotrichen übereinstimmte, scheint mir nicht fraglich und wurde auch seither gewöhnlich als ausgemacht angenommen, so z. B. von Stein und Entz, die beide darin übereinstimmen, dass die Herleitung der Vorticellinen von Hypotrichen, speciell den Oxytrichinen, zu versuchen sei. Ich persönlich kann mich mit einer solchen Ableitung wohl befreunden, wenn es mir auch fraglich erscheint, ob die heutigen Oxytrichinen als Ausgangspunkt genommen werden können. Da die letzteren aber ohne Zweifel mit den Heterotrichen aus gemeinsamer Quelle entsprungen sind, so wird wohl auch die Herleitung der Vorticellinen auf eine solche Quelle zurückführen, auf Formen, die zwischen beiden Abtheilungen vermittelten.

Wenn wir nun den Versuch machen wollen, die Hervorbildung der Vorticellinen aus einer solchen Ausgangsform zu begreifen, so werden wir uns zunächst zu fragen haben: Giebt es unter den Formen, welche zu den Vorticellinen zu rechnen sind, nicht vielleicht doch welche, die im Verlauf ihrer Spirale mit der Ausgangsform und den übrigen Ciliaten übereinstimmen? Eine solche Form giebt es aber in der That. Bevor wir diese näher betrachten, dürfte noch ein Wort einzuschalten sein über gewisse den Vorticellinen ziemlich allgemein zukommende Charaktere und deren Bedeutung für die Untersuchung ihrer Phylogenie. Welchen Werth beansprucht zunächst die Beschränkung der Bewimperung bei den meisten Vorticellinen auf die Spirale und den sogenannten hinteren Wimperkranz? Ich glaube keinen großen, wenn auch dieses Moment wohl bei der Rückführung der Vorticellinen auf die Oxytrichinen gewöhnlich als bedeutsam in Betracht gezogen wurde, denn wir kennen eine unzweifelhaft zu den Vorticellinen gehörige Form, die Gattung Trichodinopsis Clap., welche zwischen den beiden genannten Wimperzonen, also auf dem größten Theil der Oberfläche, dicht mit Cilien bekleidet ist. Hieraus dürfen wir wohl schließen, dass die Beschränkung der Cilienbekleidung, wie sie den meisten Vorticellinen eigenthümlich ist, nicht ererbt zu sein braucht, sondern erst in der Gruppe entstanden

sein kann, diesem Charakter also keine hervorragende phylogenetische Bedeutung zuzumessen ist.

Die festsitzende Lebensweise, welche den meisten Vorticellinen zukommt, wird schwerlich Jemand bei der Beurtheilung ihrer Herleitung verwerthen wollen. Wir haben vielmehr allen Grund, die freischwimmenden Formen als die ursprünglicheren zu betrachten, wofür wir gleich noch Belege finden werden. In der Lebensweise der freischwimmenden deutet nichts darauf hin, dass sie eventuell von festsitzenden abzuleiten wären und der auch bei den festsitzenden dauernd angedeutete, hintere Wimperkranz scheint gleichfalls darauf hinzuweisen, dass dies Organ ihren Vorfahren allgemein zukam. Die Ableitung der Vorticellinen von freischwimmenden Formen folgt auch schon daraus, dass unter den übrigen Ciliaten die sedentäre Lebensweise selten und auch dann nur vorübergehend ist.

Diese Betrachtung zeigt uns also, dass wir die ursprünglicheren Formen unter den freischwimmenden Vorticellinen mit bleibendem hinterem Wimperkranz suchen müssen und hier wieder bei den sogenannten Urceolarinen Stein's, welche eine relativ einfache Peristombildung besitzen, was jedenfalls auf eine primitivere Natur dieser Gruppe hindeutet. Unter den Urceolarinen finden wir denn auch eine Form, welche bezüglich des Verlaufes der adoralen Spirale den oben erwähnten Charakter zeigt, auch wegen anderer Besonderheiten recht eigenthümlich und ursprünglich erscheint, so wie die Möglichkeit zulässt, die Verhältnisse der übrigen Urceolarinen (und Vorticellinen überhaupt) abzuleiten, so dass deren abweichende Theilungsverhältnisse und die Differenz im Verlaufe der Spirale aufgeklärt werden.

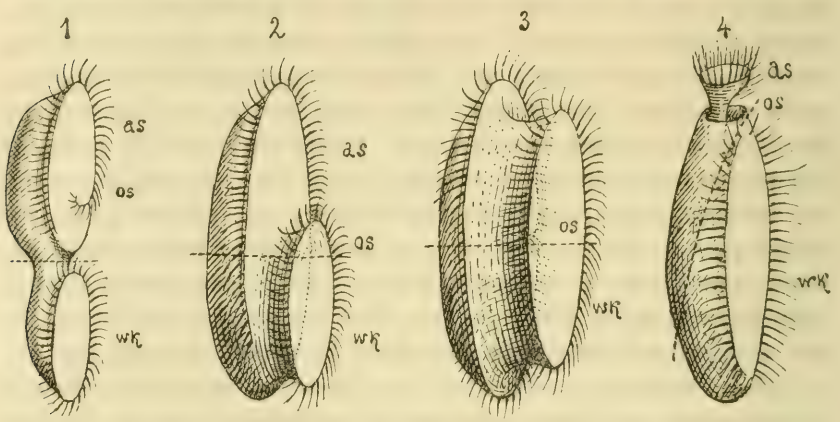
Diese Form ist die Claparède'sche Gattung Licnophora. Cohn[1] entdeckte zuerst eine Art derselben und stellte sie zu Trichodina, Claparède[2] fand später noch eine zweite Species und bemerkte die Unterschiede von Trichodina, namentlich auch den verschiedenen Verlauf der Spirale und wurde desshalb zur Aufstellung einer besonderen Gattung geführt.

In Figur 1 habe ich eine solche Licnophora schematisch dargestellt, woraus sich ihre für uns wichtigen Eigenthümlichkeiten ergeben. Dieselben bestehen darin, dass die adorale Spi-

[1] Neue Infusorien im Seeaquarium. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. XVI. pag. 292—293.

[2] Miscellanées zoologiques. Annales sc. nat. Zool. 5. s. T. VIII. pag. 30—34.

rale (*as*), bei der Ansicht auf die sie tragende Peristomfläche, als eine in unserem Sinne linksläufige erscheint und ferner, dass die sogenannte Haftscheibe mit dem hinteren Wimperkranz (*wk*)



hier eine ganz andere Stellung besitzt wie bei den übrigen Urceolarinen und der homologe Wimperkranz bei den übrigen Vorticellinen. Die gewöhnliche Stellung dieser Haftscheibe, welche des Cuticularringes der Trichodinen etc. entbehrt, scheint folgende zu sein; ich sage scheint, weil die Haltung der Scheibe etwas veränderlich ist, da der sie tragende Körpertheil sich biegen und dadurch seine Stellung zum übrigen Körper verändern kann. Wenn wir den ansehnlicheren Körpertheil, der die Spirale trägt, als den vorderen bezeichnen, so findet sich die Haftscheibe an dem hinteren Körperabschnitt und ist bei der vorausgesetzten Haltung so orientirt, dass ihre Fläche mit der des Peristoms in eine Ebene fällt. Die hintere Körperhälfte, welche die kreisrunde, an ihrem Rand vom Wimperkranz umsäumte Haftscheibe trägt, erscheint wegen ihres geringeren Querdurchmessers als eine Art Stiel der Haftscheibe, der von der vorderen Körperhälfte mehr oder weniger deutlich abgesetzt ist, um sich an seinem hinteren Ende, halbkugelig anschwellend, zur Haftscheibe auszubreiten. Wie gesagt, kann sich wegen der Biegungen des Stiels die gegenseitige Stellung beider Körperhälften verändern, d. h. eigentlich die Stellung der vorderen zur hinteren, denn die Haftscheibe liegt, wie bei den Trichodinen, der Haut des Thieres an, auf welchen die Lienophoren, ähnlich den Trichodinen, leben (marine Mollusken und Würmer). Es scheint mir nun, dass die Herleitung solcher Lienophoren von anderen Ciliaten keine erheblichen Schwierigkeiten bietet, seien dies nun mehr hypotriche oder mehr

heterotriche Formen gewesen. Aus einem ectoparasitischen, mit Mundspirale versehenen Infusor, das mit seiner Bauchfläche auf der Körperhaut der von ihm bewohnten Thiere hinglitt, leitet sich unsere Form in der Weise ab, dass sich die Bewimperung auf die Bauchseite beschränkte (ein Vorgang, welcher bekanntlich nicht selten eintrat) und die eigentliche Bauchbewimperung sich gleichzeitig zu dem Wimperkranz specialisirte. Der hintere Theil der Bauchfläche, welchen dieser Kranz umzog, entwickelte sich allmählich zu einer besonderen Haftscheibe, deren Ausbildung es gestattete, dass sich der vordere Körpertheil mit der Spirale und dem Mund von der Unterlage emancipirte, ein Umstand, der unter gewissen Lebensbedingungen wohl vortheilhaft werden konnte. Die Herleitung der Licnophoren von primitiveren Hypotrichen bereitet wohl wenig Schwierigkeit, da wir unter letzteren sogar Formen finden, wie Kerona polporum, deren Lebensweise die vorausgesetzte ist.

Nachdem wir uns von der wahrscheinlichen Ableitung der Licnophora unterrichteten, erhebt sich die Frage, ob wir berechtigt sind, diese Gattung mit den eigentlichen Urceolarinen, speciell deren Hauptvertreter, der Gattung Trichodina, in Verbindung zu bringen. Wir müssen uns jene Frage bestimmt vorlegen, weil Claparède dies leugnete und die morphologische Ähnlichkeit der Licnophora mit den eigentlichen Urceolarinen nur als Analogie beurtheilte, indem er Licnophora für eine Art Mimicry oder »mocking form« nach dem Schema der Trichodinen erklärte. Ganz abgesehen davon, dass wir von Mimicry oder Nachahmung doch wohl nur dann reden dürfen, wenn wir einigermaßen einzusehen vermögen, welchen Vortheil die betreffende Form aus der Nachahmung zieht, können wir auch desshalb Claparède's Ansicht nicht folgen, weil derselbe wesentlich auf Grund des abweichenden Verlaufes der Spirale zu jenem Urtheil gelangte, und wir gleich sehen werden, dass diese Abweichung sich erklären lässt, womit der Schlüssel für das morphologische Verständnis der Vorticellinen gegeben ist.

Hierzu übergehend, ist zu bemerken, dass, wenn die gegebene Herleitung der Licnophora richtig ist, dieselbe sich wie ein hypotriches Infusor quer theilen muss. Die Theilebene wird also zwischen Haftscheibe und Peristom hindurchschneiden, der vordere Sprössling eine neue Haftscheibe, der hintere ein neues Peristom sammt Spirale bilden. Leider wurde die Theilung dieser Form noch nicht beobachtet.

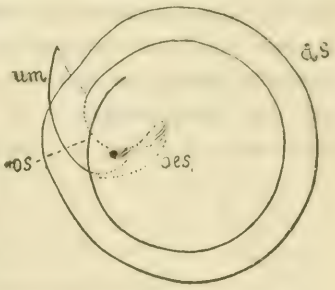
Versuchen wir es nun, die Bildung einer Trichodina aus der

eines licnophora-ähnlichen Infusors abzuleiten, so bietet sich folgende Betrachtungsweise dar. Die relativ wenig entwickelte Haftscheibe der Licnophora nahm allmählich an Umfang zu, was nur von Vortheil sein konnte und zwar geschah dies so, dass ihr Ursprungsgebiet, resp. das ihres Stiels, sich mehr und mehr auf die vordere Hälfte der Bauchfläche ausdehnte (Fig. 2). Sie gelangte so allmählich mit ihrem vorderen Theil in den von der Spirale umzogenen Theil der Bauchfläche hinein, was keinen Anstand hat, da die Spirale bei Licnophora hinten nicht ganz abgeschlossen ist und wir ja auch nicht von Licnophora selbst, sondern einer primitiveren Form auszugehen haben, deren Spirale hinten, analog den Hypotrichen, weit geöffnet war. Das rechte Ende der Spirale wuchs dabei ebenfalls längs des rechten Körperrandes weiter nach hinten, und schließlich bei fortgesetzter Entwicklung hinten um den Stiel der Haftscheibe herum, dehnte sich endlich, am linken hinteren Rand wieder aufsteigend, bis in die Mundgegend aus, so dass die Spirale den Umfang erreichte, den sie bei Trichodina und den übrigen Vorticellinen besitzt. Fortgesetzte Vergrößerung der Haftscheibe und des von ihr getragenen Wimperkranzes führte dann zu der Bildung der Fig. 3, welche im Wesentlichen das Schema einer Trichodina darstellt. Der Stiel der Haftscheibe hat sich nun so ausgedehnt, dass er die gesammte Bauchseite einnimmt und sich auch so ansehnlich erhoben, dass er den beträchtlichsten Theil des Körpers bildet, den eigentlichen Körper der Trichodina, nach der gewöhnlichen Darstellung. Längs des Randes der bald mehr vorgewölbten bald mehr eingesunkenen Rückseite zieht die adorale Spirale hin und zwar, wenn man in der aus unserer Herleitung folgenden Orientirung auf die Bauchseite der Trichodina sieht, also auf die Haftscheibe, als eine linksgewundene Spirale wie bei Licnophora, den Hypotrichen und Heterotrichen. Die scheinbare Verschiedenheit, welche man seither im Verlauf der Spirale der Vorticellinen zu finden glaubte, beruht also nur auf falscher morphologischer Orientirung dieser Formen im Vergleich mit den übrigen Ciliaten. Man betrachtete nämlich die Spirale stets in der Ansicht vom Rücken, indem man die Rückseite der Vorticellinen als die Peristomfläche beanspruchte, also in verkehrter Richtung, wo sie natürlich als eine rechtsläufige erscheinen muss, wie sie auf der in solcher Orientirung gezeichneten Abbildung Fig. 5 erscheint.

Unsere Ableitung ergiebt demnach, dass der von der Spirale umzogene Theil, das sogenannte Wimperorgan der Vorticellinen, als

die Rückseite zu betrachten, der gesammte übrige Körper dagegen aus der Bauchseite entstanden ist und dass die Stelle, aus welcher der Stiel bei den festsitzenden Vorticellinen entspringt, im Allgemeinen als der Mittelpunkt der Bauchfläche angesehen werden muss.

5



Gleichzeitig klärt sich mit dieser Orientirung und Ableitung der Vorticellinen auch die scheinbar abweichende Theilung derselben auf. Der Verlauf der Theilung ist auf dem Stadium der Fig. 2 durch die punktirte Linie angedeutet, woraus folgt, dass er in dem Trichodinenzustand der Fig. 3 den gleichfalls durch eine punktirte Linie angegebenen Verlauf nehmen muss, also nach der seither üblichen, inkorrekten Orientirung der Vorticellinen scheinbar längs verläuft.

Bei dieser Gelegenheit sei mir noch ein Wort über die Theilung der Vorticellinen gestattet, das sich auf gelegentliche Beobachtungen aus dem Jahre 1876 gründet. Über die feineren Vorgänge bei der Theilung, speciell über die Theilung der adoralen Spirale ist bis jetzt fast nichts bekannt und diese Verhältnisse haben doch wohl eine erhebliche Bedeutung bei der Beurtheilung des ganzen Vorgangs. Es ist nicht einmal sicher bekannt, ob bei der Theilung die Spirale und der Mund nebst Schlund sich erhalten oder, wie Stein[1] und Everts[2] wollen, verloren gehen, um bei den Sprösslingen neu gebildet zu werden. Claparède und Lachmann[3] sind dagegen der Ansicht, dass sich die Spirale dauernd erhält und mit getheilt werde, eben so der alte Mund und Schlund auf den einen Sprössling übergehe; auch Greeff[4] stimmt wenigstens im ersten Punkt diesen beiden Forschern zu. Obgleich ich keine speciellen Untersuchungen über diese Vorgänge angestellt habe, so schließe ich mich doch den letztgenannten Beobachtern an, da ich bei den mannigfachen Theilzuständen, welche ich sah, meines Erinnerns niemals die Wimperung in dem zusammengezogenen Peristom vermisste. Mehrfach habe ich nun auf

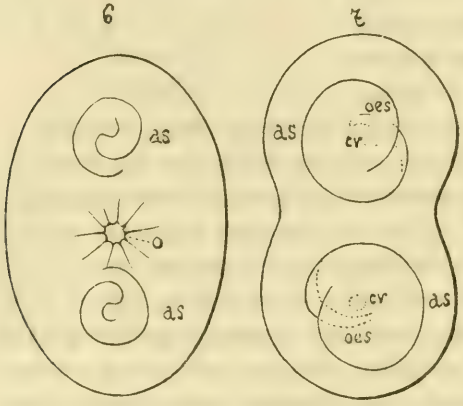
[1] Die Infusorien auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. 1854.

[2] Untersuchungen an Vorticella nebulifera. Z. f. wiss. Zool., Bd. XXIII.

[3] Études s. les infusoires. Vol. II. pag. 246.

[4] Untersuchungen über den Bau und die Naturgesch. der Vorticellen. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 36. Bd. I. pag. 206 ff.

verschiedenen Theilungsstadien die jungen Spiralen der Sprösslinge beobachtet und ihre gegenseitige Stellung so gefunden, wie es in den beiden Fig. 6 und 7 angegeben ist. Die Skizze, welche Fig. 6 zu Grunde liegt, ist mir zwar in ihren Verhältnissen heut nicht mehr ganz verständlich, doch ist darauf der Verlauf der jungen Spiralen deutlich zu erkennen (*as*), eben so wie auf der in der Theilung weiter vorgerückten Fig. 7, wo auch die beiden Mundstellen und Schlunde schon deutlich hervortreten. Ein Vergleich dieser Figuren mit der Fig. 5, welche die Ansicht einer Vorticelle auf das Wimperorgan, in derselben Richtung demnach, in welcher auch die Fig. 6 und 7 betrachtet sind, darstellt, lässt erkennen, dass sich die jungen Spiralen wohl aus einer Quertheilung der alten gebildet haben können. Der obere Sprössling in den Fig. 6 und 7 nahm dann, indem er wahrscheinlich auch den alten Mund behielt, die zu diesem führende Hälfte der alten Spirale in sich auf und bildete den aboralen Theil hierzu neu. Dem unteren Sprössling verblieb dagegen der größte Theil der aboralen Hälfte der alten Spirale und er musste die zu dem neuen Mund hinführende Hälfte neu bilden. Ich kann auf Grund meiner unzureichenden Untersuchungen natürlich nicht sagen, ob die alten Cilien erhalten bleiben oder durch neugebildete ersetzt werden, Letzteres ist ja nicht unmöglich, da Ersatz von Cilien bei der Theilung der Hypotrichen eine gewöhnliche Erscheinung ist. Die beiden Mundöffnungen der Sprösslinge scheinen ursprünglich nahe zusammen in der Gegend des alten Mundes zu liegen, worauf die Fig. 6 hinweist, später rücken sie aus einander und zwar nach entgegengesetzten Seiten, wie es die verschiedene Stellung der Spiralen an den Sprösslingen erfordert (Fig. 7). Diese entgegengesetzte Stellung der beiden Mundöffnungen an den Sprösslingen wurde schon von Claparède und Lachmann (l. s. c.) beobachtet. Der Verlauf der Spiralen ist bei beiden Sprösslingen derselbe links gewundene, wie die Figuren deutlich zeigen, aber während an dem unteren die linke



Seite nach unserer Orientirung der Vorticellinen, d. h. die Mundseite wie bei der Mutter links verbleibt, ist dieselbe Seite bei dem oberen Sprössling rechts gerichtet; natürlich gilt dies nur in Beziehung zu den Seiten des Mutterwesens, denn nach der Trennung der Sprösslinge ist ein Unterschied derselben nicht mehr erkennbar.

Eine solche Verschiedenheit der Regionen der rechten und linken Seite der Sprösslinge in Beziehung auf das Mutterwesen wird nicht ohne eine gewisse Änderung der Bedeutung der Regionen der Mutter an dem einen der aus ihr hervorgehenden Sprösslinge entstehen können. Es liegt uns hier ein Fall vor, wie er bei den Flagellaten allgemeiner vorzukommen scheint. Ich habe versäumt in meiner Darstellung der Flagellaten in Bronn's Klassen und Ordnungen hierauf speciell aufmerksam zu machen. Bei der Längstheilung einer Petalomonas, eines Entosiphon oder einer Cryptomonas tritt dies deutlich hervor. Die beiden Sprösslinge sind hier zu einander so orientirt, dass an dem einen rechts und links in Beziehung zu dem Mutterwesen vertauscht ist. Da nun, so weit bekannt, bei diesen Gattungen immer nur gleich gebaute Individuen gefunden werden, nicht etwa verschiedenartige, bei denen rechts und links verkehrt wäre, welche also Spiegelbilder von einander wären, so muss bei dieser Umkehr von rechts und links an dem einen Sprössling genannter Flagellaten auch eine Veränderung von Rücken- und Bauchfläche eingetreten sein; es muss sich die Bauchfläche dieses Sprösslings aus der Rückenfläche der Mutter gebildet haben und umgekehrt. Für eine solche Veränderung, resp. Umtauschung der Regionen bietet uns eine Beobachtung, welche Blochmann[1] neuerdings über die vegetative Vermehrung einer neuen Haematococcusart machte, ein gutes Beispiel, denn bei dieser Form lässt sich wenigstens an dem einen Sprössling der ersten Zweitheilung sicher nachweisen, dass vorn und hinten in Hinsicht auf das Mutterwesen vertauscht wird.

Am Schlusse dieses Aufsatzes muss ich mit einem Wort derjenigen Form unter den Vorticellinen gedenken, die nach den Erfahrungen Stein's[2] einen abweichenden Verlauf der Theilebene zeigt, der Gattung Lagenophrys nämlich. Bei dieser, von Stein zu den Ophrydinen gestellten Form, welche eine flach aufgewachsene Hülle

[1] „Über eine neue Haematococcusart". Mittheilungen des naturhistor. Vereins zu Heidelberg. III. Bd.

[2] Die Infusorien auf ihre Entwicklungsgesch. untersucht. pag. 88—95.

bewohnt und eine opercularienähnliche, enge, jedoch hoch erhobene Wimperscheibe besitzen soll, verläuft nach Stein's Erfahrungen die Theilung nicht längs sondern schief, jedenfalls so, dass Wimperscheibe und Peristom nicht getheilt werden, sondern dem einen Sprössling verbleiben. Obgleich die Erfahrungen Stein's über die Theilung dieser Vorticelline aus dem Jahre 1854 stammen und nicht ganz einwurfsfrei sind, seither auch keine weiteren Beobachtungen über diese Verhältnisse gemacht worden sind, möchte ich vorerst doch nicht ernstlich daran zweifeln, dass die Theilung bei den Lagenophryen im Wesentlichen in der angegebenen Weise verläuft. Nach unserer Ableitung der Vorticellinen würde sich sogar diese abweichende Theilung der Lagenophrys vollkommen erklären, wenn wir annehmen dürften, dass dieselbe damit eine abweichende Stellung und daher auch einen scheinbar abweichenden Verlauf der adoralen Spirale verbinde. Die Lagenophrys zeigt nämlich noch eine recht auffallende Abweichung von der Bildung der übrigen Vorticellinen, indem der dem hinteren Wimperreif entsprechende Kranz von Wimpern, welcher sich an den die Hülle verlassenden Sprösslingen bildet, eine ganz auffallende und besondere Lagerung hat. Wenn wir nämlich die Lagenophrys mit einer Epistylis oder einer Opercularie vergleichen, so finden wir ihren Wimperkranz gerade senkrecht zu der Stellung, welche er bei diesen letzteren in der gewöhnlichen Weise um das Hinterende einnimmt. Der Wimperkranz erstreckt sich nämlich, wie es unsere schematische Fig. 4 darstellt, längs einer der Flachseiten der Lagenophrys und verläuft nicht parallel der adoralen Spirale, wie das bei den Vorticellinen üblich ist, sondern senkrecht zu derselben.

Würden wir es nun versuchen, eine solche Form aus unserer lienophora-ähnlichen Urform abzuleiten, so ließe sich dies nicht schwierig bewerkstelligen. Wir hätten nur anzunehmen, dass sich der Wimperkranz der Haftscheibe allmählich sehr vergrößert habe, während sich gleichzeitig die adorale Spirale mehr und mehr verkleinerte und dabei vollständig an das Vorderende des Wesens rückte, indem der sie tragende Vordertheil der Bauchfläche gleichzeitig eine ähnliche Bildung wie das Wimperorgan der Opercularien erlangte. Unter diesen Verhältnissen folgte direkt, dass die bei der lienophoraähnlichen Urform quer verlaufende Theilebene nun den in Fig. 4 durch die punktirte Linie angedeuteten schiefen Verlauf nehmen muss und damit würde sich also nicht nur die abweichende Theilung der Lagenophrys, sondern auch die abweichende Stellung

des Wimperkranzes derselben erklären. Aber es setzt diese Deutung voraus, dass die Spirale unserer Form bei der Ansicht von vorn einen rechtsgewundenen Verlauf nimmt, wie bei Lienophora, also abweichend von dem bei den eigentlichen Vorticellinen. Dass dies nun der Fall ist, lässt sich nicht bejahen noch in Abrede stellen; die Untersuchungen Stein's geben darüber keinen Aufschluss. So gern ich nun auch eine solche Annahme machen und in der Deutung der Verhältnisse bei Lagenophrys, auf die ich erst später aufmerksam wurde, eine erwünschte Bestätigung meiner Herleitung der Vorticellinen erblicken möchte, macht mich doch die Ähnlichkeit des Wimperorgans der Lagenophrys mit dem gewisser eigentlicher Vorticellinen etwas zweifelhaft, ob eine solche Verschiedenheit, wie sie unsere Ableitung der Lagenophrys voraussetzt, thatsächlich vorhanden ist[1].

Heidelberg, den 6. Januar 1886.

---

[1] Erst nach der Ablieferung des Manuskriptes erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. Plate einen von ihm verfassten Aufsatz »Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ectoparasiten« (Ztschr. f. w. Zoologie Bd. 43, pag. 175—241), worin auch neue Untersuchungen über die interessante Lagenophrys Ampulla St. mitgetheilt werden. Die oben angeregte Frage nach dem Verlauf der adoralen Spirale der Lagenophrys scheint sich mir nach der Darstellung Plate's, welche jedoch in dieser Hinsicht gleichfalls nicht ganz präcis ist, dahin zu erledigen, dass der Verlauf im Wesentlichen mit dem bei den eigentlichen Vorticellinen übereinstimmt und die Spirale auch rückenständig liegt, wie bei diesen. Hieraus dürfte sich dann ergeben, dass eine direkte Ableitung der Lagenophrys von einer lienophoraähnlichen Form, wie es oben versucht wurde, nicht angeht. Dagegen halte ich es noch für möglich, dass die versuchte Ableitung und speciell die aus ihr folgende Deutung der schiefen Theilung, im Grunde richtig ist, nur hätte dieselbe wohl eine Form zum Ausgang zu nehmen, die in der Entwicklung der Vorticellinencharaktere schon über das Stadium der Lienophora fortgeschritten war, bei welcher die adorale Spirale daher schon die rückenständige Lage angenommen hatte, die sie bei den Vorticellinen besitzt. Dann trat, unter mächtiger Ausdehnung der hinteren Hälfte der Bauchseite, eine weitgehende Verkleinerung der adoralen Spirale ein. — Wenn in dieser Weise auch eine ungefähre Erklärung des besonderen Verhaltens der Lagenophrys möglich zu sein scheint, so gestehe ich doch, dass mir dieselbe etwas gezwungen vorkommt. Überhaupt kann jedoch der Theilungsvorgang dieser abweichenden Gattung auch durch die verdienstliche Untersuchung Plate's noch nicht als genügend aufgeklärt betrachtet werden; speciell wäre die Lage der schiefen Theilebene noch ganz genau festzustellen, so wie ihr Verhalten zu der Bauchfläche.

Beiträge zur Morphologie der Zunge.

Von

C. Gegenbaur.

Mit Tafel XXX—XXXI und 3 Figuren im Text.

In der im Bd. IX dieses Jahrbuches veröffentlichten Mittheilung über die Unterzunge hatte ich einen doppelten Zweck verfolgt. Erstlich war es mir Aufgabe, die mannigfaltigen und sehr verschiedenartigen Bildungen, welche man bis dahin mit jenem gemeinsamen Namen belegt hatte, kritisch zu sichten und ihr Vorkommen auch beim Menschen nachzuweisen. Es wurde demgemäß die eigentliche Unterzunge als ein zur Zunge gehöriges Gebilde von einer, nur im Allgemeinen unterhalb der Zunge, am Boden der Mundhöhle befindlichen und die Glandula sublingualis deckenden Faltenbildung der Schleimhaut getrennt und diese Falte als Plica sublingualis bezeichnet. Zweitens hatte ich versucht, aus dem Verhalten der Unterzunge auf niedere Befunde der Zunge zu verweisen und für die Phylogenie der Säugethierzunge einige Momente hervorzuheben. Die Meinung, dass die Säugethierzunge aus irgend einer der bei niederen Wirbelthieren bestehenden Zungenformen direkt sich hervorgebildet habe, erwies sich als irrig, denn es bestehen bei ersteren andere Verhältnisse der Muskulatur, auf welche ich gleichfalls hingewiesen hatte. In der Unterzunge war aber die Pforte erkannt worden, durch welche es möglich schien, zu einer phylogenetischen Erkenntnis der Zunge der Säugethiere zu gelangen.

Durch die Verbreitung der Unterzunge bei Beutelthieren, Prosimiern und Primaten erscheint das Organ, — abgesehen von seinen verschiedengradigen Ausbildungen, — dem Säugethierstamme zugetheilt, und wenn man auch glauben möchte, dass es, bei dem noch nicht

gelieferten Nachweise seines Vorkommens in anderen Ordnungen, diesen ursprünglich gar nicht zukam, so erhält eine solche Meinung doch dadurch wenig Wahrscheinlichkeit, dass jenes Gebilde bei den Marsupiaten in allen doch so sehr divergenten Familien zu beobachten ist. Dieser Umstand ist von großer Wichtigkeit, denn er verleiht dem Organ eine fundamentale Bedeutung, deren es entbehren würde, wenn es auch den didelphen Säugethieren minder allgemein zukäme. Gleichfalls von Wichtigkeit ist der Zustand der Rückbildung, den das Organ bereits bei den Marsupiaten darbietet, denn es setzt einen noch früheren, jenen der Ausbildung voraus, wie ihn etwa noch manche Prosimier besitzen. Es begreift sich dann leichter, wie das Gebilde in manchen monodelphen Ordnungen gänzlich verschwunden ist.

Wir sagen also, es bestehe in der Unterzunge ein Organ, welches bei den didelphen Säugethieren verbreitet war, bei den monodelphen nur in wenigen Ordnungen (Prosimiern und Primaten) sich forterhielt, aber bei allen diesen ein allmähliches Aufgehen in die Zunge wahrnehmen lässt.

Die einzelnen Stadien für diesen innerhalb der Reihe bestehenden Process sind von mir früher durch die Vergleichung nachgewiesen worden. Aus dieser Betrachtung erwächst die Vorstellung von der morphologischen Wichtigkeit der Unterzunge in ihrem Verhältnis zur eigentlichen Zunge. Die Frage nach ihrer morphologischen Bedeutung wird aber jene von der physiologischen Bedeutung im Gefolge haben. Das durch die erste Frage gegebene Problem, wie es einmal in der Existenz des Organs vorliegt, dürfte eines der schwierigeren vorstellen. Es hat sich durch die Vergleichung der mannigfaltigen äußeren Befunde der Unterzunge dahin gestaltet, dass die Frage gestattet sein darf, ob in der Unterzunge nicht das Rudiment einer älteren Zungenbildung vorliege, einer solchen, die aus einem früheren Zustande in den Säugethierstamm mit übergenommen wurde. Die muskulöse Zunge der Säugethiere wäre dann an der Wurzel dieser Zunge entstanden, hätte sich allmählich auf derselben ausgebildet, und diese so außer Funktion gesetzt. Zu seiner Lösung bedarf dieses Problem eines Angriffes der Sache von den verschiedensten Seiten. Man denkt dabei gewiss zuerst an die Ontogenie, allein die Annahme, dass das Organ nie anders gewesen sei, als es ontogenetisch sich darstellt, ist doch wohl eine sehr trügerische. Wie viel von der Ontogenie für unser Problem zu erwarten steht, ist nicht zu bestimmen. Was bis jetzt von der Entwicklung der Zunge des

Menschen bekannt geworden, ist nicht geeignet, von dieser Seite sehr viel erwarten zu lassen; in jedem Falle ist auf das Verhältnis zur Unterzunge noch kein ontogenetischer Lichtstrahl gefallen. Für Didelphys kann ich dasselbe sagen, in so fern ich an manchen sehr jungen Embryonen vergebens nach Aufklärung gesucht habe. Die Unterzunge ist vorhanden, allein nicht schärfer gesondert, nicht selbständiger ausgebildet, als sie es beim erwachsenen Thiere ist. Da für die Prosimier es vorerst schwer sein dürfte, für ontogenetische Fragen das Material zu beschaffen, so werden die ersten Angriffspunkte an anderen Seiten des Problems zu suchen sein. Diese sind immer noch zahlreich genug. Hier sei mir gestattet, auf einige derselben näher einzugehen, mir vorbehaltend, bei geeignetem Anlasse auch noch andere Theile der Frage in Behandlung zu ziehen.

I. Die Struktur der Unterzunge bei Prosimiern.

Im Gegensatze zu den übrigen, mit einer Unterzunge versehenen Säugethier-Ordnungen ist das Organ der Prosimier in so fern am geeignetsten, zum Ausgange der Untersuchung zu dienen, als es am meisten noch selbständig, relativ am wenigsten rudimentär geworden oder in die eigentliche Zunge aufgegangen sich darstellt. Unter den von mir untersuchten Prosimiern steht Stenops (St. gracilis) voran. Mehr reducirt ist die Unterzunge bei Lemur, und noch mehr bei Tarsius, welche drei Genera mir zur genaueren, an Querschnittserien vorgenommenen Prüfung gedient hatten. Diese schon durch die äußerliche Untersuchung sich ergebende Abstufung, wie ich sie bereits ausgesprochen habe (l. c. p. 448), findet auch im feineren Bau ihre Bestätigung.

a. Beschreibung.

1. Stenops. Im Körper der Unterzunge unterscheide ich einen inneren Theil, den ich Kern nennen will, und eine Überkleidung desselben von der Schleimhaut, die mit ersterem innig zusammenhängt. Der Kern der Unterzunge stellt ein von der Spitze des Organs bis über das hinterste Ende desselben verfolgbares Gebilde vor, welches zunächst in der Ausdehnung, in welcher die Unterzunge deutlich erkennbar ist, beschrieben werden soll. Im Ganzen entspricht dieser Kern der Gestalt der Unterzunge. Am freien Vordertheile der letzteren beginnt er nahe der Spitze als eine Platte, welche

oben eine mediane Erhebung trägt, die sich bis zum letzten Viertel der Unterzunge verfolgen lässt. An der Unterfläche ist diese Platte fast plan und weicht darin von der Form der Unterzunge ab, indem letztere dort mit einem charakteristischen Relief versehen ist, welches ich früher genau beschrieben habe. Die mediane Erhebung der oberen Fläche des Unterzungenkernes ist abgerundet, und von ihr aus verlaufen die lateralen Flächen der Oberfläche in sanfter Abdachung zu den lateralen Rändern des Kernes, wo sie, wieder ohne jede scharfe Kante, in die untere Fläche umbiegen. Die mediane Erhebung der Oberfläche nimmt nach hinten zu etwas ab. Sie ist in der Mitte oder in der mittleren Hälfte der Länge des ganzen Organs am bedeutendsten, und dann sieht die erwähnte Längskante gegen den Körper der Zunge. Auf der Strecke, an welcher die letztere mit der Unterzunge verbunden ist, erscheint jene Kante wie in die Zunge selbst eingedrängt Fig. 9 . Distal, d. h. an der Spitze, ist die Abgrenzung des Kernes minder scharf, auch nicht so regulär symmetrisch wie hinten. Am proximalen Theile empfängt der ganze Kern eine bedeutendere Abplattung. Die Längskante ist zwar an ihrer Basis noch breit, sie erhebt sich aber sehr wenig und an der ventralen Fläche wird eine Einsenkung bemerkbar. Von dieser Gestaltung hat man sich das als Kern bezeichnete Gebilde vorzustellen, welches uns mehr in seiner gewebliehen Beschaffenheit interessiren soll. Einen Einblick in diese bieten wir am zweckmäßigsten durch Vorführung von Querschnitten.

Auf jedem derselben, mag er nahe der Spitze oder dem proximalen Theile entstammen, bemerkt man drei verschiedene Gewebsformen, welche sich an der Zusammensetzung des Organs betheiligen. Zu äußerst ist eine Bindegewebslage bemerkbar, welche den gesammten Kern oberflächlich abgrenzt und zugleich die Verbindung mit dem Schleimhautüberzuge, oder (hinten und oben) mit dem Zungenkörper vermittelt. Die Faserzüge dieses Gewebes folgen den Kontouren des Kernes und stehen nach innen hin mit anderen Geweben im Zusammenhang. Diese repräsentiren dem Volum nach den bei Weitem größten Theil des gesammten Kernes und bestehen theils aus Knorpel-, theils aus Fettgewebe, von welchen das letztere wiederum gegen den Knorpel vorwaltet. Endlich findet sich auch, wenn gleich nur spärlich, fibrilläres Bindegewebe vor. Ich glaube dem Gange der Darstellung nicht vorzugreifen, wenn ich die knorpeligen Bestandtheile als die wichtigeren betrachte, indem ich sie zuerst schildere.

Das Knorpelgewebe beginnt einige Millimeter von der Spitze entfernt in Gestalt von einzelnen, aus wenigen Zellen gebildeten Inseln sich darzustellen. Der erste Querschnitt, auf dem es erschien (etwa der zwanzigste der Serie, von der Spitze an gezählt), zeigte seitlich von der Mitte des Unterzungenkernes eine Gruppe von fünf Knorpelzellen, unmittelbar von den bedeutend größeren Fettzellen umgeben. Auf zwei folgenden Schnitten war diese Insel noch vorhanden, auf dem drittfolgenden dagegen fehlte sie, während schon auf dem vorhergehenden Schnitte zwei ähnliche Knorpelzellengruppen, aber in anderer Lagerung befindlich, hinzugekommen waren. Von da ab zeigte sich eine Vermehrung des Knorpels sowohl in der Zunahme des Volums der Zellgruppen als der Anzahl der letzteren. Manche dieser Gruppen waren durch mehrere Schnitte zu verfolgen, andere, und zwar nicht immer nur die kleineren, erschienen auf wenige Schnitte beschränkt. Es handelt sich also hier um wirklich isolirte Knorpeltheilchen. Weiter proximal, aber immer noch am freien Abschnitte der Unterzunge, sind 15—20 solcher Inseln vorhanden, welche sich jedoch zum größeren Theile auf die beiden verschmälerten Seiten des Kernes vertheilt zeigen, und zwar nahe gegen die Oberfläche desselben gerückt. Manche der Inseln sind unmittelbar unter der den »Kern« oberflächlich abgrenzenden Bindegewebsschicht gelagert. Sie erstrecken sich, wie durch Vergleichung einer größeren Anzahl von Schnitten leicht festgestellt werden kann, über einen nicht geringen Theil der Länge der Unterzunge, und sind hin und wieder auch in der Quere, unter Beibehaltung der oberflächlichen Lagerung unter einander im Zusammenhang zu finden. Während so in den beiden Seitenhälften des Kernes das Knorpelgewebe proximal zunimmt, ist auch in der Mitte, aber näher der oberen als der unteren Fläche, somit im Inneren der medianen Erhebung des »Kernes«, eine Knorpelmasse aufgetreten. Man kann sie von einem der kleinen Knorpeltheilchen vorderer Schnitte rückwärts verfolgen und findet dann dieses centrale Knorpelstück von ziemlicher Längenausdehnung. Es ist auf dem Querschnitte in Fig. 9 dargestellt. Es bildet an Dicke den bedeutendsten Knorpeltheil dieser Region. Zunächst bleibt es ohne Verbindung mit den benachbarten Knorpelstückchen und ist in dieser Isolirung wieder durch eine Reihe von Schnitten verfolgbar, auf denen die seitlichen Knorpelpartien sich nicht unbeträchtlich vergrößert haben.

Diese lateralen Knorpeltheile bewahren stets eine oberflächliche Lagerung, aber in ziemlicher Asymmetrie. Der Gestaltung des »Kernes«

zufolge sind obere und untere Knorpelplättchen — so müssen sie körperlich gedacht werden — zu unterscheiden. Die unteren, basalen, dehnen sich nach der Medianlinie zu aus, können sie sogar überschreiten, ohne mit einem anderseitigen Stücke zusammenzutreten, da ein solches dann seitlich zurückgewichen ist. Am Seitenrande des »Kernes« findet sich weiter nach hinten ein streckenweises Zusammenfließen der oberen und der basalen Knorpeltheile. Außer diesen größeren Knorpelstückchen, die man durch Vergleichung einer größeren Anzahl von Schnitten als Plättchen konstruiren kann, finden sich aber immer noch einzelne kleinere in insularem Befunde. Während die an der Basis befindlichen Knorpeltheile an jeder Hälfte sich immer inniger zusammenschließen, so dass sie endlich jederseits eine auf dem Querschnitte kontinuirliche Lage herstellen, sind die oberen, welche der medianen Erhebung gemäß eine schräge Richtung besitzen, etwas ins Innere eingesenkt. Im Verfolge nach hinten zu — durch eine Reihe von Schnitten — bemerkt man, dass nur noch kleine Knorpelzellengruppen sich an der Oberfläche halten, indess die größeren Massen (Plättchen) eine tiefere Lage erhielten. So sieht man dann von der basalen Platte aus — jederseits in sehr verschiedener Gestalt und Ausdehnung — ein Knorpelplättchen schräg gegen die Medianlinie emporgerichtet. Eines dieser Stücke verbindet sich dann mit dem vorhin als »central« angegebenen größeren Knorpelstücke. Diese Verbindung ist aber nicht in größerer Längsausdehnung vorhanden, denn auf folgenden Querschnitten trifft man den centralen Knorpel wieder isolirt, weiter nach hinten ist er gänzlich geschwunden, oder vielmehr in eines der seitlichen Plättchen definitiv übergegangen. Von da ab behalten die seitlichen Knorpeltheile der Basis das entschiedene Übergewicht. Sie sind streckenweise unter einander in medianer Verbindung, senden auch noch Fortsätze aufwärts, welche hin und wieder mit einzelnen oberflächlichen Knorpelstückchen der medianen Erhebung des »Kernes« in Zusammenhang getreten sind. So verhält es sich in dem Bezirke der Unterzunge, welcher breit mit der Zunge in Verbindung steht.

Weiter proximal walten zwei laterale Knorpelplatten vor, die theils aus den basalen, theils aus den davon sich erhebenden, schrägen Plättchen hervorgingen. Von den basalen ist der mediane Theil verschwunden, und es besteht nur noch der seitliche fort, der mit den im Inneren des Kernes sich erhebenden schon vorher vorhandenen Plättchen ein Continuum bildet. Wir treffen dann auf dem Querschnitte jederseits einen Knorpelstreif, welcher nur lateral

eine oberflächliche, zum »Kerne« basale Lage besitzt und sich medial ins Innere des Kernes erstreckt (Fig. 9). Die beiden Streifen sind nicht immer symmetrisch; bald ist der Streif hier verdickt, mit einzelnen Knorpeltheilchen im Zusammenhange, bald läuft er in mehrfache Spitzen und Zacken aus, kurz, es ergeben sich auch hier unregelmäßige und stets bezüglich des Details sehr asymmetrische Befunde.

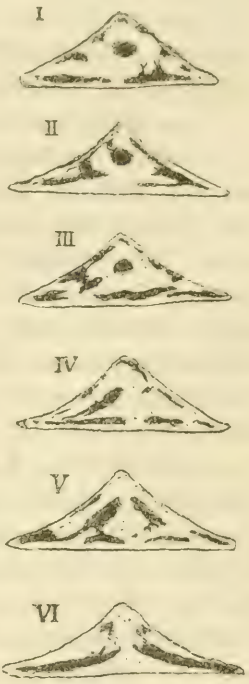
Noch weiter proximal, da, wo die Unterzunge nur mit einem schmalen Seitenrande bemerkbar ist, wird das Knorpelgewebe wieder in Gestalt jener beiden lateralen Streifen angetroffen. Hier hat der gesammte »Kern« bereits seine Gestalt in der eben angegebenen Weise modificirt, ist abgeplattet, und fernerhin sind diese beiderseitigen Platten außer Zusammenhang getreten. Es gelangt nämlich an diesem Ende der Unterzunge vom Boden der Mundhöhle her ein starker Muskelzug in die Zunge. Dieser paarige Muskelzug stellt mit großer Wahrscheinlichkeit einen M. genio-glossus vor, worüber ich bei anderer Gelegenheit mich bestimmter werde äußern können. Durch diesen Muskel wird die Unterzunge, oder vielmehr deren hinterster Rest, in zwei seitliche Hälften getheilt (Fig. 5 und 6), und jeder derselben enthält noch einen Theil des Kernes mit der betreffenden Knorpelplatte. Diese ist aber nur noch auf ganz kurze Strecken in derselben scharfen Abgrenzung wie vorher. Der Knorpel löst sich nämlich wenig weiter nach hinten zu in einzelne, verschieden große Gruppen von Knorpelzellen auf, die endlich gänzlich verschwinden. Unbedeutende Reste sind aber noch auf solchen Querschnitten nachweisbar, auf denen die Unterzunge lateral nicht mehr vorspringt, also ganz mit der Zunge vereinigt ist (Fig. 7).

In dem Vorstehenden habe ich das Hauptsächlichste der Vertheilung des Knorpelgewebes im »Kern« der Unterzunge dargestellt. Eine specialisirtere Schilderung, die sich auf jeden Schnitt zu erstrecken gehabt hätte, schien mir nicht erforderlich, zumal die nebenstehende Figur auf sechs Querschnitten die hauptsächlichsten Befunde versinnlicht. Aus dem Dargestellten geht hervor, dass im Kern der Unterzunge ein knorpeliges Gerüst besteht, welches hinten eine horizontale Platte bildet, die nach vorn zu durchbrochen wird und in zwei schräg gestellte Längsleisten sich fortsetzt. Von diesen geht eine in ein medianes Knorpelstäbchen über, durch welches vorne die Kontinuität des Gerüstes dargestellt wird. Außer diesen zusammenhängenden Theilen bestehen noch zahlreiche Knorpelinseln, welche nach vorne zu am zahlreichsten sind und größtentheils gegen

die Oberfläche des Kernes zu sich finden (vgl. Fig. 8 und 9). Man kann demnach sagen, dass das proximal mehr kontinuirliche Stützwerk distal in zahlreiche Knorpelparzellen aufgelöst sei.

Was nun das Knorpelgewebe selbst betrifft, so ist es für den größten Theil als Hyalinknorpel zu bezeichnen, bietet aber doch manche bemerkenswerthe Verhältnisse. Es zeigen sich nämlich mehrfache Zustände des Gewebes, die vom Knorpelgewebe verschieden sind. An den größeren Knorpelinseln so wie in den Platten und Leisten der proximalen Region der Unterzunge sind die inneren Partien von den peripherischen verschieden, in so fern an ersteren die Intercellularsubstanz meist — aber nicht immer — reichlicher ist und bei durchfallendem Lichte etwas dunkler sich darstellt (Fig. 13 *KK*). Auch sind Andeutungen von »Knorpelkapseln«, d. h. einer Schichtung der Intercellularsubstanz vorhanden. Theilungszustände der Zellen sind nicht selten. Nach der Peripherie hin reihen sich kleinere Zellen (*K'*) zuweilen in Nestern beisammen, wobei dann ganz spärliche Intercellularsubstanz besteht. Die Höhlungen, in welchen diese Zellen liegen, besitzen sehr scharfe Kontouren, wodurch eine Verschiedenheit vom Knorpel gegeben ist (*K''*). Hin und wieder sind daselbst auch Spindelzellen vorhanden, welche dann an Bindegewebszüge anschließen. Ein solcher Übergang des Knorpels in Bindegewebe findet jedoch in sehr beschränkter Ausdehnung statt. Ich muss das betonen. An sehr vielen Strecken der Oberfläche grenzt unmittelbar an den Knorpel das schon erwähnte Fettgewebe an (vgl. Fig. 8, 9, 13), oder es finden sich an der Knorpelgrenze kleinere Zellen, die bei dem Fehlen von Intercellularsubstanz nicht mehr als Knorpelzellen angesehen werden können. Der direkte Anschluss des Knorpels an das Fettgewebe ist besonders an den Knorpelinseln allgemein verbreitet. Solche Inseln[1] bestehen zuweilen nur aus drei

Fig. 1.



I—VI. Querschnitte des Kernes der Unterzunge mit der Knorpelvertheilung.

[1] Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass, wenn ich von »Knorpel-

bis vier Zellen auf dem Querschnitte. Die Zellen sind dann nur durch ganz schmale Intercellularsäume von einander geschieden und auch diese können fehlen, so dass nur eine Zellgruppe besteht, die durch die bedeutend geringere Größe ihrer Elemente von den benachbarten Fettzellen sich hervorhebt. An einzelnen Stellen bemerkt man Gruppen von Zellen (*K'''*), deren jede eine besondere Membran besitzt, in einer, wieder von einer Membran umschlossenen Höhle, wie das ähnlich bei sich entwickelndem Knorpel vorkommt. Aber dort finden sich diese Zustände nicht so vereinzelt, sie nehmen ganze Schichten des Gewebes ein, oder sind noch weiter verbreitet.

Aus diesen verschiedenen Befunden ergiebt sich eine große Ungleichheit des Gewebes, wie ich hervorheben möchte. Es besteht ein von anderen Knorpelstrukturen sehr abweichendes Verhalten. Der Process der Knorpelentwicklung scheint an einzelnen Theilen weiter fortgeschritten, an anderen minder weit, so dass man bis zu einer Stufe der Indifferenz gelangt. Es ist sehr auffallend, dass solche Befunde auch innerhalb der sonst auf größeren Strecken zusammenhängenden Knorpelplatten und Leisten vorkommen. In Fig. 13 ist dieser Zustand dargestellt. Die von der theilweise verknorpelten Basis (*K*) her schräg zur Medianebene sich erhebende, querdurchschnittene Leiste zeigt ihr oberes Ende (*KK*) von dem Hauptstücke dadurch abgesetzt, dass das Knorpelgewebe von einer dazwischen befindlichen Partie (*K'*) verschieden ist. Entschiedener Hyalinknorpel ist durch eine indifferentere Gewebsform (*K'*) getrennt. Da das Objekt einem erwachsenen Thiere entstammte, wird man nicht wohl annehmen können, dass da erst ein Neubildungsprocess von Knorpel sich einleite, vielmehr wird jenes Zwischengewebe als auf einer niederen Stufe bleibend zu beurtheilen sein, wenn auch vielleicht einzelne Elemente dem differenzirten Knorpel sich noch angeschlossen haben würden. Solche Verhältnisse finden sich nun in großer Verbreitung und auf allen Querschnitten der größeren, scheinbar zusammenhängenden Knorpelstücke findet sich jene Unterbrechung der Kontinuität des vollkommen differenzirten Knorpels. Zuweilen sieht man auch mitten im Hyalinknorpel jenes andere Gewebe inselförmig eingesprengt. Man kann daraus die Vorstellung gewinnen, dass eine Hemmung der Ausbildung des Knorpelgewebes,

inselne spreche, ich nicht von dem bloßen Querschnittsbild ausgegangen bin, auf welchem viele Knorpeltheile isolirt erscheinen, welche bei der Vergleichung einer Schnittserie im Zusammenhange mit andern sich ergeben.

um nicht zu sagen eine Rückbildung desselben, in viel größerem Maße hier verbreitet war. Denkt man sich den dargestellten Zustand derart weiter geführt, dass jenes, die noch entschieden knorpeligen Theile verbindende Gewebe eine noch tiefere Stufe einnähme, so würde daraus, in der Fortsetzung dieses Weges, ein völliger Zerfall jener Knorpelleiste resultiren.

Das zweite in dem »Kern« der Unterzunge verbreitete Gewebe habe ich als Fettgewebe erklärt, wenn auch der Inhalt der sehr großen Zellen an den eingeschlossenen Schnittpräparaten nicht mehr nachweisbar war. Dieses Gewebe füllt alle Räume und Lücken zwischen den knorpeligen Theilen des »Kernes« der Unterzunge aus. Proximal, da wo der Knorpel eine horizontale Platte bildet, liegt dieser nur eine geringe Menge jenes Gewebes auf, distal nimmt es an Volum zu und ganz nahe der Spitze bildet es den einzigen Bestandtheil des »Kernes«. Sowohl aus Fig. 13 wie aus den Figg. 8 und 9 kann seine Vertheilung zwischen dem Knorpel ersehen werden. Das Fettgewebe wird von Bindegewebszügen (Fig. 13 *b*) durchsetzt. Solche sind vorne sehr mächtig und noch bevor die ersten Knorpelinseln auftreten, wird fast die Hälfte des Kernes durch Bindegewebe dargestellt. Dazwischen lagern kleinere oder größere Gruppen von Fettzellen. Die Züge durchsetzen den »Kern« vorwiegend in perpendikulärer Richtung, theilen sich unterwegs und fließen mit benachbarten zusammen. Proximalwärts wird dieses Bindegewebe spärlicher. Es besitzt aber doch noch hier eine ziemliche Verbreitung. Man sieht es in Gestalt sehr zarter Züge von den oberflächlichen Knorpelstücken ausgehen und sich zwischen Fettzellengruppen vertheilen. Oder es hat nur zwischen solchen seine Verbreitung, ohne Verbindung mit dem Knorpel. Zellen kommen sehr reichlich in diesen Bindegewebszügen vor, wie aus dem Reichthum der durch die Tinktion hervorstechenden Kerne zu ersehen ist. Hin und wieder sind auch größere Gruppen von Bindegewebszellen ganz deutlich wahrnehmbar. Dieses das Fett durchsetzende Gewebe zeigt zwar an einzelnen Lokalitäten Anschluss und Verbindung mit dem Bindegewebe, welches um den »Kern« herum geschichtet liegt. Ich nehme aber Anstand das Verhalten so darzustellen, dass das Binnengewebe von dem Außengewebe herkomme, dass letzteres gewissermaßen bindegewebige Septa in das Innere des Kernes einsende. So ist die Sache nicht gestaltet. Denn man überzeugt sich sehr leicht, dass jenes Binnengewebe vielfach gar nicht an die Oberfläche herantritt. Auf der nicht unbedeutenden Strecke, auf welcher die obere

und auch die untere Fläche des Kernes mit Knorpel ausgestattet sind, kann ohnehin von einem Eindringen jenes Bindegewebes von außen her gar keine Rede sein.

Außer den beschriebenen Geweben finden sich keine anderen Bestandtheile im »Kerne« vor. Namentlich fehlt jede Spur von Blutgefäßen, worauf ich besonderes Gewicht legen möchte. Auch Lymphbahnen und Nerven sind von mir vermisst worden. Ich darf das um so mehr hervorheben als dadurch der »Kern« der Unterzunge sich in einen Gegensatz zu seinem Überzuge setzt, in welchem wenigstens Blut- und Lymphgefäße nachgewiesen werden können.

Der Schleimhautüberzug des Kernes schließt sich eng an die bindegewebige Hülle des letzteren an. An dem der Zunge verbundenen Theile der Unterzunge setzt sich der Schleimhautüberzug nicht glatt auf letztere fort, sondern bildet 1—2 leichte Längsfalten, welche noch auf den oberen Theil der Unterzunge treffen. Nahe am Beginn des freien Theiles der Unterzunge stellt die Schleimhaut mit einer Duplicatur eine Art von Frenulum vor (Fig. 2 und 8), dessen ich bereits in meiner ersten Mittheilung gedacht habe. Bindegewebszüge verlaufen darin nach der Zunge empor und senken sich zwischen die beiderseitigen in sagittale Bündel aufgelösten Massen des M. hyoglossus bis zu einem Gebilde empor, dessen ich in den Bemerkungen über den Bau der Zunge wieder zu gedenken habe. In dieser Falte nehmen einige größere Blutgefäße ihren Weg, auch einige Nervenstämmchen wurden beobachtet.

Am freien Theile der Unterzunge bildet der Schleimhautüberzug, indem er lateral in den scharfen Rand des Organs ausgezogen ist, den bedeutendsten Theil des Organs. Auch ist er nur wenig deutlich vom »Kerne« der Unterzunge abgegrenzt. Erst da, wo in dem letzteren Knorpelgewebe auftritt, wird diese Grenze sicherer bestimmbar. Die bindegewebige Grundlage der Schleimhaut bildet an jenem Theile der Unterzunge papillenartige Erhebungen von ziemlich unregelmäßiger Form (Fig. 8). Sie werden von der Epithelschicht gleichmäßig überzogen, dergestalt, dass die Oberfläche dadurch ziemlich eben sich darstellt. Die Papillen kämen also auf der Oberfläche des Epithels wenig oder gar nicht zum Ausdruck. Am angehefteten Theile der Unterzunge bestehen die Papillen nur in schwachen Andeutungen auf der oberen Fläche (Fig. 8), vollständiger auf der unteren, doch nehmen sie auch auf dieser proximal allmählich ab und sind am Beginne des hinteren Dritttheiles der Unterzunge nur durch

ganz schwache wellenförmige Biegungen der Kontourlinie der Schleimhaut angedeutet. Weiterhin fehlen auch diese Spuren.

Das Epithel Fig. 13 *Ep*) erscheint gleichfalls oben und unten etwas different. Unten bildet es durchgehend eine mächtigere Schicht als oben. Distal ist es gleichfalls mächtiger als proximal. Zu innerst findet sich überall eine Lage cylindrischer Zellen. Auf diese folgen mehrfache (5—10) Lagen von polyedrischen Elementen, die nach außen etwas platter werden. Daran reiht sich eine Schicht aus völlig platten Zellen, die sehr innig unter einander verbunden sind. In der äußersten Lage dieser Schicht fehlen die Kerne, welche in den tieferen noch erkennbar sind. Diese Schicht repräsentirt ein Stratum corneum und bedingt die gelbliche Färbung der Unterfläche der Unterzunge. Diese Hornschicht ist an der unteren Fläche viel mächtiger als an der oberen, wo sie nur eine ganz schwache Lage bildet. An der Unterfläche ist sie wieder in der Medianlinie am bedeutendsten, da wo der kielartige Vorsprung besteht, und nimmt nach den Seitenrändern allmählich ab. Nach hinten zu verliert sie überall an Stärke.

Außer dem Geschilderten ließ die Schleimhaut der Unterzunge nichts Nennenswerthes wahrnehmen. Es fehlte namentlich jede Spur einer epithelialen Differenzirung, die auf einen Sinnesapparat hätte schließen lassen. Auch andere, etwa aus dem Bindegewebe der Schleimhaut entstandene Theile, wie z. B. Fettzellen, die so reichlich im »Kerne« sich vorfanden, kommen außerhalb desselben nicht mehr vor.

Ein besonderes Augenmerk hatte ich auf das Verhalten der Unterzunge zur Muskulatur gerichtet. So weit die Unterzunge noch an der Unterfläche der Zunge zu erkennen ist, ist auch keine einzige Muskelfaser in sie eingetreten, und wenn, wie oben bemerkt, ziemlich weit hinten die Züge des M. genio-glossus sie durchsetzen, um in die Zunge zu treten, so geht daraus doch keine Muskulatur der Unterzunge hervor. Diese ist ohnehin schon an dieser Lokalität ganz rudimentär geworden. Was also Tiedemann von eintretenden Muskelbündeln des M. hyo- und genio-glossus sagte (vgl. hierüber meine erste Mittheilung pag. 439), beruht in so fern auf einer Täuschung, als solche Muskelbündel nirgends »zwischen den hornartigen Überzug« hineinziehen.

2) Lemur. Indem ich bezüglich des äußeren Verhaltens der Unterzunge von L. mongoz (?) auf meine frühere Darstellung verweise, sei gleich bemerkt, wie hier viel einfachere Verhältnisse als bei Stenops gegeben sind. Es fehlt hier das als »Kern« bezeichnete Gebilde gänzlich. Wir begegnen im Körper der Unterzunge nur

Bindegewebe, welches von einer mächtigen Epithelschicht überzogen ist. Man könnte also das ganze Gebilde als durch die Schleimhaut dargestellt betrachten.

Die bindegewebige Grundlage ist in der ganzen Ausdehnung der Unterzunge sehr unbedeutend. Am freien Theile der letzteren besitzt sie an der oberen Fläche einige schwache, von dicker Epithellage überzogene Erhebungen, die auf dem Querschnitte wie Papillen aussehen, in Wirklichkeit aber Längsleistchen sind. Auf der Unterfläche sind solche Erhebungen viel stärker ausgeprägt. Dem bekannten Oberflächenrelief entsprechend findet sich eine starke mediane Leiste, der sich jederseits noch eine etwas schwächere in gleicher Entfernung von der Medianlinie wie vom freien Seitenrande zugesellt. Dieser letztere Befund waltet auch noch am vorderen Theile des bereits der Zunge angehefteten Organes (Fig. 10). Weiter nach hinten dagegen treten zu den zwei lateralen Vorsprüngen noch kleinere hinzu, welche im Verfolge nach hinten etwas zunehmen und dann die Höhe der ersteren erreichen (Fig. 11). Dann ist seitlich von der immer ansehnlich bleibenden Leiste eine größere Anzahl (10—15) kleinerer Leisten wahrzunehmen. Diese zeichnen aber nur etwa die medialen zwei Drittel jeder Hälfte der Unterzunge aus. Am lateralen Drittel bestehen keine Andeutungen davon und die Bindegewebsschicht erstreckt sich, immer dünner werdend, in den freien seitlichen Rand der Unterzunge.

Diese bindegewebige Grundlage der Unterzunge bietet ein ziemlich dichtes Gefüge und unterscheidet sich dadurch von dem bedeutend lockeren Gewebe, welches die Verbindung mit der Unterfläche der Zunge vermittelt. In diesem Gewebe sind Lymphbahnen sehr deutlich (Fig. 11 *L*), auch einige kleinere Blutgefäße. In der Mitte ist das Bindegewebe am dichtesten. Hier wird es von Muskelfasern durchsetzt, welche aus der Zunge senkrecht zur Unterzunge verlaufen. Man kann einzelne dieser Fasern bis ins Gewebe der Unterzunge verfolgen. Somit besteht hier eine innige Verbindung. Aber selbst weiter hinten, da wo die Unterzunge nur mit einem ganz schmalen Randsaum noch frei liegt, ist die Scheidung ihres Körpers gegen die Zunge noch deutlich. Der Epithelialüberzug ist sehr scharf in zwei Lagen gesondert, die sich ähnlich wie bei Stenops verhalten. Sie erinnern an das Stratum Malpighii und Stratum corneum der äußeren Haut. Sehr bedeutend ist die Hornschicht, welche zur Seite der medianen Leiste ihre größte Mächtigkeit besitzt. Von da verdünnt sie sich allmählich gegen den

seitlichen Rand und wird ganz unbedeutend da, wo sie sich zur Zunge selbst fortsetzt. Den Vorsprüngen der Bindegewebsschicht folgt allgemein das tiefe Stratum des Epithels nur am vorderen Theile der Unterzunge, indem es deren Relief wiedergiebt und dasselbe auch von dem Stratum corneum wiederholen lässt (Fig. 10). Weiter proximal füllt die tiefe Epithelschicht die Vertiefungen zwischen den Vorsprüngen vollständig aus und bietet damit das in Fig. 11 dargestellte Verhalten.

3) Tarsius. Die Unterzunge von T. spectrum ward von mir als der Zunge selbst innig anliegend dargestellt, so zwar, »dass ihr Rand sogar von einer Furche umzogen wird« (l. c. pag. 443). Durch die Zubereitung der Zunge behufs ihrer Zerlegung in Querschnitte hat sich jenes Verhalten geändert. Die Unterzunge ist bedeutend von der Unterfläche der Zunge hervorgetreten, so dass man nicht mehr von einer bloßen Platte sprechen kann. Diese eingetretene Veränderung beruht wohl auf einer Quellung der Zunge sowohl, als auch der Unterzunge. Es wird dadurch aber demonstrirt, dass die Unterzunge auch bei Tarsius nicht eine einfache Platte vorstellt. Die Querschnitte zeigen sie mit deutlichem, frei vorragendem Seitenrande, über welchem ihr Körper mit jenem der Zunge selbst durch ein schmäleres Verbindungsstück in Verbindung steht. Dieser Zusammenhang findet sich in der Gesammtlänge der Unterzunge bis dicht an ihre Spitze. Darin liegt, ungeachtet des freien Randes, eine ziemliche Verschiedenheit von den Unterzungen der beiden anderen Prosimier. Die Verbindungsfläche der Unterzunge mit der Zunge ist also der Länge nach eine sehr bedeutende.

An der Unterzunge unterscheidet man den Schleimhautüberzug von dem von diesem umschlossenen Körper, welche beide kontinuirlich in die Zunge übergehen (vgl. Fig. 15). Die Schleimhaut bietet eine dem medianen Kiel der Unterzunge entsprechende Erhebung, seitlich davon beginnen unregelmäßige Papillen, die gegen den Rand hin niedriger werden. Von da schlägt sich die Schleimhaut auf die obere Fläche der Unterzunge, um erst beim Übergange auf die Verbindungsstrecke mit der Zunge wieder Papillen zu tragen, die auch dem an der Unterfläche der Zunge befindlichen Schleimhautüberzuge nicht fehlen. Alle diese Papillen werden von einer Epithelschicht mit glatter Oberfläche überkleidet. Die äußersten Lagen dieses Epithels bilden wieder ein Stratum corneum, dessen ich bereits in der ersten Beschreibung gedacht habe.

Von der Bindegewebsschicht der Schleimhaut ist der innere

Theil der Unterzunge, den ich Körper nannte, nicht scharf abgegrenzt. Er besteht aus einem bindegewebigen Gerüst, dessen Züge auch aufwärts in das Verbindungsstück mit der Zunge, und von da in die Zunge selbst sich fortsetzen. Dieses Bindegewebe wird von Muskelzügen durchsetzt. Es sind deren zweierlei zu unterscheiden. Die größere Zahl bilden sagittal verlaufende Bündel oder Faserzüge, welche auf dem Querschnitte durchschnitten sind. Zwischen diesen findet sich eine Minderzahl von senkrechten Muskelfasern, welche nur in dem Verbindungsstücke zu einigen Bündeln vereint sind und nach der Unterfläche der Unterzunge zu ausstrahlen. Jene Bündel treten aufwärts in die Zunge und sind da der Muskulatur der Zunge beigemischt. Geht man von der letzteren aus, so kann man von einem Ausstrahlen von Muskelbündeln der Zunge in die Unterzunge sprechen.

Nach hinten zu, da wo die Unterzunge eine geringere Dicke besitzt, nimmt diese Muskulatur allmählich ab und am Beginne der Unterzunge fehlt sie gänzlich. Die Unterzunge ist selbst auf dem Querschnitte nur als ein schmaler seitlicher Vorsprung noch kenntlich, der in so fern schon im Bereiche der eigentlichen Zunge liegt, als zwischen ihm die Musculi genio-glossi zur Zunge emportreten. (Vgl. Fig. 12, wo dieses Verhalten anschaulich wird.)

In dem Abschnitte der Unterzunge, welcher noch nicht die vorhin beschriebene reiche Muskulatur erhalten hat, sind im bindegewebigen Körper einige Stellen durch andere Beschaffenheit des Gewebes ausgezeichnet. Man bemerkt hier Gruppen von Zellgebilden von rundlicher oder ovaler Form, die Zellen liegen theils dicht bei einander, theils sind sie durch eine Zwischensubstanz von einander getrennt. Sie verhalten sich genau so, wie es oben beim Knorpel der Unterzunge von Stenops beschrieben wurde. Genauer geprüft liegt der mehr oder minder geschrumpfte Zellkörper in einem Hohlraume, dessen Wandung die vorhin erwähnte Form bietet, und da wo eine Zwischensubstanz besteht, geht diese in die Wandung über. Wo die Zwischensubstanz etwas reichlicher vorkommt, darf man das Gewebe als Knorpelgewebe ansprechen, während benachbarte dicht gedrängte Elemente nur wie von Membranen umschlossen sich darstellen und jene Deutung nicht ohne Weiteres gestatten. Solcher Gewebsinseln finde ich mehrfache von ungleicher Ausdehnung. Vorne liegt eine größere Insel fast median, ihr zur Seite, aber nicht streng symmetrisch, finden sich zwei andere, und nahe der einen der letzteren ist die vierte und kleinste bemerkbar. Weiter hinten besteht

eine andere Anordnung. Man kann auch da einige der oben erwähnten Inseln erkennen, aber dazu sind neue gekommen. Einige Schnitte weiter zurück finde ich dann nur noch zwei in ziemlich symmetrischer Lagerung (siehe Fig. 16). Neben der einen Insel liegen nur noch zerstreute Zellen, die einer größeren, auf den vorhergehenden Schnitten sichtbaren Gruppe angehören. Jede dieser Zellgruppen geht an der Peripherie in Bindegewebe über, welches an manchen Stellen eine deutliche Schichtung aufweist, die Zellgruppen wie eine Hülle umkleidend und nach außen hin in das verfilzte Bindegewebe der Unterzunge fortgesetzt. Diese Gebilde haben nicht alle die gleiche Ausdehnung in der Länge der Unterzunge. Die Vergleichung der Querschnittserie lehrt, dass die medianen Gruppen etwas länger sind als die lateralen, und auch diese liegen nicht ganz in der gleichen Querschnittsebene.

Wenn ich diese Gewebsinseln im bindegewebigen Körper der Unterzunge vorhin als »Knorpel« bezeichnet habe, so geschah es, weil ich keine bessere Bezeichnung dafür finden kann, nicht aber weil das Gewebe ganz unzweifelhaft als Knorpelgewebe sich darstellt. Ich muss sogar bekennen, dass ich sehr lange darüber unsicher war, denn der erste Eindruck jenes Gewebes ist nicht der von gewöhnlichem Knorpelgewebe. Die überaus scharfen Kontouren der Hohlräume, in denen die als Zellen aufgeführten Körper liegen, mussten befremden. Es konnte sogar einmal daran gedacht werden, dass Querschnitte röhriger Bildungen vorlägen, deren Inhalt gar keine Zellen seien. Bei einem einmal in eine Schnittserie zerlegten Objekte, welches nicht in einer Mehrzahl zu Gebote stand, konnten jene Gebilde aufklärende Versuche, wie etwa Isolirung, oder besondere Behandlung mit Reagentien, nicht vorgenommen werden, zumal es sich auch noch um andere Strukturfragen an der Unterzunge handeln musste. Das aber war doch sicherzustellen, dass jene Gewebskomplexe isolirt bestanden, sich nicht über eine größere Strecke weiter verfolgen ließen, und dass die als Zellen angegebenen Bildungen wirklich solche vorstellten, da an einzelnen auch ein Kern unterscheidbar war. War damit auch für die Klassificirung des Gewebes nicht sehr viel gewonnen, so konnte bei dem ganz positiven Vorkommen von Intercellularsubstanz doch ein Stützgewebe erkannt werden. Zwar nicht im ganzen Umfange der Gewebsinseln, sondern an einzelnen Stellen schlossen sich an die größeren Elemente kleinere an, und diese gingen wieder in Bindegewebszellen über. Was bei der Prüfung dieser Befunde bei Tarsius zweifelhaft bleibt,

das empfängt eine sichere Begründung durch die Vergleichung mit Stenops. Dasselbe Gewebe ist auch bei Stenops vorhanden, aber in unmittelbarem Anschlusse an unzweifelhaftes Knorpelgewebe, welches da in viel ansehnlicheren Partien an der Unterzunge vorkommt. Ich verweise also auf das dort Bemerkte. Die in dieser Region der Unterzunge höchst spärliche Muskulatur wird nur durch einige Fasern vertreten. In Fig. 16 sind einige derselben auf dem Querschnitte, eine auch auf einer kurzen Längsstrecke dargestellt.

Größere Nervenstämmchen so wie Blutgefäße fehlen der Unterzunge. Sie finden sich im Bereiche der Zunge zwar, aber nicht sehr weit von der Unterzunge entfernt. Kleinere Blutgefäße dagegen sind auch in letzterer anzutreffen gewesen.

b. Vergleichung.

Die aufgeführten Thatsachen bedürfen der Erläuterung, um verstanden zu werden. Dieses wird erzielt durch die Vergleichung. Solche wird zuerst zwischen den verschiedenen Befunden der Struktur der Unterzunge vorzunehmen sein und daran hat sich ein Weitergreifen auf andere, verwandte Zustände, je nach Erfordernis, zu knüpfen.

In der dargelegten Struktur hat sich im Allgemeinen meine frühere aus der Untersuchung der äußeren Verhältnisse gewonnene Auffassung bestätigt: dass in jenen Gebilden bei den Prosimiern differente Zustände eines homologen Organs vorlägen, welches bei Stenops seine relativ größte Ausbildung, bei Tarsius die relativ bedeutendste Rückbildung besitzt. Lemur steht zwischen beiden. Wenn ich Stenops untenan stelle, indem ich den daselbst bestehenden Befund als den niedersten betrachte, so geschieht es, weil die anderen als Reduktionen desselben, oder eines im Allgemeinen jenem doch ähnlichen Befundes erscheinen. Bei Stenops besitzt die Unterzunge außer ihrem bedeutenderen Volum auch eine höhere Organisation als bei Lemur oder bei Tarsius. Sie enthält in ihrem »Kern« knorpelige Gebilde, also einen Stützapparat, welcher bei Lemur fehlt. Bei Tarsius haben sich dagegen einige Gewebsinseln erhalten, welche, wenn auch sehr beschränkt, doch an einzelnen Stellen deutlich Knorpelgewebe erkennen lassen. Andere Theile dieser Gewebsinseln bieten in ihren Elementen einen Anschluss an dieselben, neben dem Knorpel bei Stenops vorkommenden Befunde. Diese Thatsachen sind von Wichtigkeit, denn sie verweisen auf

einen auch einmal bei Tarsius, oder vielmehr bei dessen Vorfahren in der Unterzunge vorhanden gewesenen Stützapparat. Daraus wird wahrscheinlich, dass eine solche Stütze der Unterzunge den Prosimiern allgemeiner zukam.

In Bezug auf diese Stütze hat sich Tarsius weniger weit als Lemur von Stenops oder von einem diesem ähnlichen Zustande entfernt. Diese Verschiedenheit ist aus den Verhältnissen der Unterzunge nicht erklärbar, denn diese ist bei Lemur gerade in ihrem noch freien Ende sehr reducirt und bei Tarsius der ganzen Länge nach der Zunge angeschlossen, wobei sie ihre Selbständigkeit vollkommen eingebüßt hat. Es scheint auch keineswegs von Wichtigkeit zu sein, zu erfahren, wesshalb bei Lemur eine völlige, bei Tarsius eine nicht ganz vollständige Reduktion des Unterzungenskelets erfolgt ist, denn die Rudimente bei Tarsius sind doch ohne alle funktionelle Bedeutung. Ganz anders ist es mit diesen beiden Gattungen gegenüber von Stenops. Die größere Selbständigkeit der Unterzunge bei letzterem lässt das Fortbestehen des Stützorgans erklärlich erscheinen, indess bei Lemur und Tarsius eine besondere, ausgedehntere Stütze der Unterzunge der Beweglichkeit der Zunge selbst eine Hemmung sein würde. Das Organ, welches schon bei Lemur sehr reducirt ist, ist bei Tarsius vollständig mit der Zunge verbunden worden. Den Verlust des Skelettes sehe ich als die Bedingung dieses Anschlusses an, durch deren Vollzug erst die Unterzunge zu jener Verbindung geeignet wurde. Mir scheint, dass diese Meinung einer anderen vorzuziehen sei, welche das Schwinden des Stützorganes von der Verbindung mit der beweglichen Zunge ableitete, denn dadurch würde für die letztere das Bestehen eines Zustandes vorauszusetzen sein, in welchem sie aus einem freieren Verhältnisse in ein minder freies übergegangen wäre.

Man kann aber auch die geschilderten Befunde in umgekehrter Reihenfolge ordnen wollen und dann zu einem ganz anderen Resultate gelangen. Da ein solcher Weg bei ähnlichen Aufgaben oftmals eingeschlagen wird, und es scheinen möchte, als ob es ganz gleichgültig wäre, wie man sich seine Vergleichungsobjekte ordnet, so dürfte ein näheres Eingehen auf diese Frage nicht überflüssig sein. Jene andere Art der Vergleichung kann bei Tarsius einen ursprünglicheren Zustand, in der Unterzunge ein entstehendes Organ erblicken, welches aber aus dem Körper der Zunge sich sondert und in welchem, eben in den beschriebenen Gewebsinseln, die erste Entstehung eines Knorpelskelettes zu erkennen wäre. Bei Lemur

sei die Unterzunge selbständiger geworden, wobei die muskulöse Verbindung mit dem Körper der Zunge aufgegeben ward. Endlich stellte sie sich bei Stenops noch selbständiger dar und habe sogar ein besonderes Stützgebilde aus einfacheren Anfängen, wie sie bei Tarsius bestehen, in sich entwickelt. Warum soll eine solche Deutung nicht ihre Berechtigung haben, mindestens eben so gut wie die andere? Das wird zu beantworten sein.

Sobald man nur die Prosimier im Auge hat, und beim Ausschlusse aller anderen Thatsachen, mag jener anderen Meinung ein Schein von Wahrheit zufallen. Dieser schwindet, wenn man die Konsequenzen zieht oder die Vergleichung in einem größeren Maßstabe ausführt.

Als Folge jener Betrachtung entsteht die Vorstellung, dass die Unterzunge ein innerhalb der Säugethiere sich bildendes Organ sei, dass sie bei den Beutelthieren, eben so wie bei manchen Primaten, auf einem niederen Stadium der Differenzirung stehen bleibe und nur bei den Prosimiern jenes geringe Maß der Sonderung überschreite, um bei Stenops am selbständigsten unter Allen aufzutreten. Es muss sich also hierbei das ganze Interesse auf die Unterzunge von Stenops koncentriren, in so fern sie es ist, welche Aufklärung über die funktionelle Bedeutung dieser Bildungen geben könnte. In ihr käme der »Zweck«, oder sagen wir besser die Funktion, zum entschiedensten Ausdruck, auf deren Grund die Entstehung und die Ausbildung des Organes erfolgt ist. Und eine solche Funktion ist doch unzweifelhaft anzunehmen, wenn man sich für die Entstehung des Organs eine vernünftige Ursache denken will. Eine solche auf eine Funktion gegründete Ursache müsste aber eben so schon bei den einfacheren, etwa als erste Anlagen aufgefassten Formen vorhanden sein, unter welchen die Unterzunge bei Beutelthieren und Primaten erscheint. Bei diesen ist eben so wenig wie bei den Prosimiern von einer bestimmten Funktion des Organs etwas zu erkennen. Die Unterzunge bildet einen bloßen Anhang der Zunge, der weder selbständig beweglich ist, noch zu einer Wahrnehmung dient, die Muskulatur, die er bei Tarsius besitzt, gehört der Zunge selbst an, aus welchem Verbande das Organ ja sich lösen soll, wenn wir der eben kritisirten Annahme folgen. Man sieht also, dass jene Annahme nur zu einer absolut leeren Vorstellung führt. Die Vergleichung hat gar nichts erledigt von alledem, was uns bei einem Organe interessirt, sie hat keine Funktion aufgedeckt und damit für die Entstehung des Organs

keine Ursache nachgewiesen. Dieser Weg ist also ein Irrpfad, deren es so viele und recht häufig betretene giebt!

Sehen wir zu, wie die Einnahme eines anderen Standpunktes auch zu anderen, minder unfruchtbaren Ergebnissen gelangt. Dieser Standpunkt ist nicht willkürlich gewählt, wie es der erste gewesen, er ist zunächst dadurch geboten, dass der erste die Erkenntnis nicht gefördert hat. Wir betrachten also die Unterzunge in ihren verschiedenen Zuständen nicht als ein sich erst bildendes, entstehendes, sondern als ein rückgebildetes, ein rudimentäres Organ. Diese Rückbildung ist am wenigsten bei den Prosimiern eingetreten, daher bei diesen noch am ehesten die Verknüpfungen zu erkennen sein werden, welche die Unterzunge mit früheren Zuständen in Zusammenhang setzen.

Das Eigenthümlichste der Unterzunge von Stenops bildet das Skelet derselben. Wir sehen da einen großen Theil der Unterzunge von einem knorpeligen Stützwerk durchsetzt, welches hinten mehr kontinuirlich, nach vorne zu durch mehr isolirte Knorpelbildungen vertreten war (s. oben). Für dieses Knorpelgerüst haben wir schon die gleiche Frage erhoben, wie wir sie für das Gesammtorgan gestellt hatten: ob es einen sich ausbildenden oder einen in der Rückbildung begriffenen Theil vorstelle. Wer den Bau des »Kernes« der Unterzunge für sich betrachtet, der könnte, den gleichen Weg beschreitend, den wir vorhin als Irrpfad bezeichneten, in den mannigfaltigen Knorpelbildungen den Anfang der Entstehung eines Knorpelstücks in der Unterzunge erkennen. Es ist in der That auch schwer, in den einzelnen Knorpelstückchen oder selbst in den größeren Leisten und Platten etwas Anderes zu sehen, als eine knorpelige Modifikation des Stützgewebes, welches als Bindegewebe sowohl an der Oberfläche des »Kernes« als auch im Inneren desselben verbreitet ist.

Jenes Knorpelgewebe ist aber nicht überall der Meinung günstig, dass es sich hier um eine charakterlose Bindegewebsverknorpelung handle. An vielen Stellen, sowohl in den isolirten Knorpeltheilchen, als auch an oder in den größeren Stücken und Platten bot das Gewebe einen eigenthümlichen Befund. Es zeigten sich da Gruppen von Zellen, in Reihen liegend oder gehäuft, welche keine Intercellularsubstanz boten. Ein anderes Mal war diese sehr spärlich vorhanden. Solche Zellen sind im verknorpelnden Bindegewebe nicht vorhanden. Sie schlossen sich an einzelnen Lokalitäten auch unmittelbar an die großen Elemente an, welche ich als Fettzellen auffasste und die

zwischen den knorpeligen Bestandtheilen des »Kernes« die Ausfüllung des Zwischenraumes vermittelten.

Als gleichfalls nicht günstig für die Annahme der Neubildung von Knorpel kann auch der Mangel von Blutgefäßen im »Kerne« gelten, wenn ich auch diese Thatsache in dieser Bezugnahme für nicht sehr wichtig halten will. Viel mehr wird die Auffassung jenes Knorpels durch die Auffassung des ganzen Organs geleitet und bestimmt. Halten wir die Unterzunge für ein rudimentäres Organ, so wird man auch die in ihr befindlichen Knorpeltheile auf dem gleichen Wege der Rückbildung begriffen deuten dürfen. Oder soll sich da im Inneren der Unterzunge noch etwas ausbilden, soll da noch ein neues Stützorgan entstehen, während das Gesammtorgan sich im Rückschritte befindet? Das Gleiche gilt von der Auffassung jener bei Tarsius vorkommenden Knorpelinseln als einer entstehenden Skeletbildung. Was soll man sich von der Ursache der Entstehung solcher Gebilde vorstellen? Dass einmal aus ihnen ein Skelettheil sich aufbaue, kann gewiss nicht die Ursache der Entstehung sein. Welche andere Funktion als die Stützfunktion sollen sie besitzen? In dieser Funktion aber sind sie der muskulösen Zunge mehr hinderlich als förderlich und es ist ganz undenkbar, dass unter solchen Umständen die Entstehung eines Stützorganes erfolgen kann. Man sieht, es besteht wenig Grund für die andere Annahme, viel Grund dagegen für die Auffassung, welche uns auch in jenem Knorpel ein rudimentäres Gebilde erscheinen lässt.

Wenn wir also hoffen können, den Knorpel der Unterzunge irgend wo im Zustande der Ausbildung nachzuweisen, — und nur dann wäre die Annahme der Rückbildung fest begründet — so muss es nächste Aufgabe sein, seine Verhältnisse etwas näher zu betrachten.

Es ist die Gestalt des Knorpelgerüstes bei Stenops zwar nicht unschwer aus einer Vergleichung der Schnittserie festzustellen, aber es bestehen in diesem Gerüste nur proximal auf größerer Länge zusammenhängende Bildungen, die vorwiegend basal entfaltet sind. Sonst machen sich so vielfache Unterbrechungen der Kontinuität geltend, dass eine Beschreibung aller Einzelbefunde höchst weitschweifig werden müsste. Dazu kommen noch die vielen isolirten, zwischen die Fettzellenmassen eingesprengten Knorpelpartikel. Der Weg zur Darstellung der Form des Knorpelgerüstes wird jedoch bedeutend erleichtert, sobald man den ganzen als »Kern« beschriebenen Theil ins Auge fasst. Innerhalb der Grenzen dieses Gebildes hält sich allerorts das Knorpelgewebe. Wir sehen dasselbe an der Oberfläche jenes

»Kernes«, sowohl oben als unten, hinten in mehr größeren Stücken, distal vorwaltend in kleineren Stückchen auftreten. Nicht minder auch im Inneren des Kernes, bald für sich, isolirt, bald im Zusammenhange mit den oberflächlichen Knorpeln. Aus all diesen Verhältnissen wird die Annahme überaus nahe gelegt, dass der »Kern« der Unterzunge von Stenops ein Stützgebilde repräsentire, dessen Knorpelgewebe sich nur in einzelnen, durch das ganze Gebilde zerstreuten Resten erhalten hat. Die mannigfaltig gestalteten und verschiedenartig gelagerten Knorpeltheile wären dem zufolge die Überbleibsel einer voluminöseren, den gesammten »Kern« darstellenden Knorpelbildung. Dass in dem Kerne etwas Besonderes, von dem Schleimhautüberzuge Verschiedenes vorliegt, geht vor Allem aus dem Mangel von Blutgefäßen im Kerne hervor. Solche vertheilen sich nur jenseits von seiner Peripherie, in der Schleimhaut. Wäre der »Kern« einfach eine bindegewebige Stütze der Unterzunge, in welcher Stütze sekundär Knorpel- und Fettgewebe aufgetreten sei, so wäre nicht einzusehen, warum gerade innerhalb jenes fast in seiner ganzen Länge sehr regelmäßig und präcis abgegrenzten Theiles keine Blutgefäßvertheilung erfolgt ist. Blutgefäße nehmen doch sonst, sogar mit ihren Stämmen, das Innere von solchen Theilen ein. Warum sollten sie gerade hier fehlen, wenn nicht eine besondere Ursache dazu bestände? Diese Ursache kann aber in der ursprünglich knorpeligen Beschaffenheit des »Kernes« gesucht werden. Die Art der Vertheilung des Knorpels macht den Eindruck der Rückbildung und die vielen Stellen, an denen das Knorpelgewebe nur eine ganz spärliche oder von anderem auch optisch verschiedene Intercellularsubstanz besitzt, empfangen durch jene Annahme Bedeutung. Wo solche Lokalitäten in der Kontinuität größerer Knorpelkomplexe liegen, werden die letzteren dadurch zu einer ferneren Auflösung vorbereitet.

Welcher Art die Veränderung des Knorpelgewebes war, ist aus dem benachbarten Gewebe zu ersehen, von dem ich annehme, dass es, wenn auch nicht so ganz unmittelbar, aus Knorpelgewebe hervorging. Bindegewebe und Fettgewebe schließt sich unmittelbar an das erstere an. Fettzellen grenzen unmittelbar an kleinere Zellen, welche indifferenterer Art sind, und an diese reiht sich eben so unmittelbar Knorpelgewebe an. Dieser Übergang spricht für eine Umwandlung von Knorpelzellen in Fettzellen, während andererseits die Entstehung der letzteren auch aus Bindegewebszellen nicht in Abrede gestellt werden soll, denn an anderen Stellen geht das Knorpel-

gewebe in Bindegewebe über. Den Vorgang der Auflösung des Knorpels und seine Substitution durch Fettgewebe hat man sich wohl schwerlich als im Laufe der Ontogenie vollständig vollzogen vorzustellen. Er ist wahrscheinlich ein phylogenetischer Process. Die Zukunft wird darüber zu entscheiden haben. Was mich zu jener Annahme bestimmt, das ist der Umstand, dass die Unterzunge sich bis jetzt noch nicht als ein ontogenetisch frühzeitig ausgebildetes und dann die regressive Bahn betretendes Organ gezeigt hat; weder beim Menschen noch bei den Beutelthieren ist an dem Organ, oder vielmehr bei dem Rudimente desselben das Bestehen einer ontogenetisch früheren Ausbildung nachgewiesen worden. Daraus schließe ich auf das gleiche Verhalten bei den Prosimiern. Der Zustand der Reduktion des ganzen Organes stützt auch die Annahme eines Reduktionszustandes für das Stützgebilde.

Noch haben wir über die Form der Reduktion zu handeln. Wenn wir die Annahme zu begründen versuchten, dass ursprünglich ein, den Kern der Unterzunge darstellender kontinuirlicher Knorpel bestand, so ist die Auflösung dieses Kernes in eine größere Zahl kleinerer Stücke desshalb auffallend, weil Rückbildungen an Skeletgebilden gewöhnlich in anderer Weise erfolgen. Solche Rückbildungen sind an sehr vielen Skelettheilen: am Skelet der Gliedmaßen, an der Wirbelsäule, am Visceralskelet bekannt, ohne dass irgend wo eine hierher beziehbare Ähnlichkeit sich ergäbe. Gewöhnlich ist es ein Kleinerwerden, eine Volumverminderung, welche den der Reduktion verfallenden Theil trifft und ihn bis zum gänzlichen Verschwinden führen kann. In diesen Thatsachen erkenne ich einen Einwand, welcher gegen meine Annahme erhoben werden kann. Desshalb seien diese Verhältnisse hier besprochen. Bei aller Unregelmäßigkeit, welche die Knorpelstrukturen der Unterzunge in deren vorderstem Abschnitte darbieten, zeigt sich doch im hintersten eine gewisse Symmetrie. Es bestehen daselbst zwei seitliche, basale Knorpelplatten, hin und wieder mit einander verbunden. Von diesen erheben sich aufwärts konvergirende Leisten, von denen die eine mit einem medianen Längsstück in der Mitte zusammentrifft. Man vergleiche hierüber die Figuren auf pag. 573. Es ergiebt sich daraus, dass dem Knorpelgerüst eine bestimmte, nicht ganz unregelmäßige Gestalt zugekommen ist. Der in seinem phylogenetisch allerersten Zustande wohl ganz einfache Knorpel hat sich, an verschiedenen Stellen durchbrochen, in ein komplicirteres Stützwerk umgebildet. Zunächst von einem solchen und nicht von einem völlig einfachen

Knorpelstabe leite ich den Befund von Stenops ab. Durchbrechungen von Knorpelstücken sind keine seltenen Vorkommnisse. Ich erinnere nur an die mannigfachen Fensterbildungen, welche an den Theilen des primären Schultergürtels bei Reptilien oder am Sternum der Vögel auftreten. In allen diesen Fällen sind die Lücken durch Membranen verschlossen. Die ganze Einrichtung knüpft sich an eine Erleichterung der Skeletgebilde, aber ohne dass dadurch die betreffenden Flächen die Fähigkeit einbüßten, Muskelursprüngen zu dienen. In diesen Beziehungen zur Muskulatur ist die Ursache des Verschlossenseins jener Öffnungen zu sehen, und darin liegt wieder die Verschiedenheit von jenem Knorpel der Unterzunge. Da dieser, wenigstens so weit er vorliegt, keine Beziehungen zu Muskelursprüngen besitzt, so ist begreiflich, dass die Durchbrechungen in anderer Weise sich darstellen. Dagegen zeigen andere Fälle größere Ähnlichkeit mit den Befunden des Unterzungenknorpels. Im Ethmoidalknorpel des Schädels der Lachse sind Lücken von mancherlei Gestalt ausgeprägt. Diese Lücken sind nicht im ersten Zustande des Primordialcraniums vorhanden. Sie entstehen erst lange nach vollendeter Entwicklung des Thieres und werden in der Regel von Fettgewebe erfüllt. Diese Höhlungen zeigen sehr mannigfache Befunde. In den Detailverhältnissen sind sie nicht symmetrisch und hin und wieder ragen Knorpelbrücken oder andere Vorsprünge in sie ein, oder es bestehen im Fette sogar noch isolirte Knorpelstückchen. Die Annahme, dass das Knorpelgewebe der Unterzunge stellenweise geschwunden und durch Fettgewebe substituirt ist, stützt sich also auf Analogieen und wird dadurch begründbar.

Ich leite also den Zustand des Unterzungenknorpels bei Stenops von einem vorausgegangenen anderen Zustande ab, in welchem ein bestimmt gestaltetes Knorpelgerüst bestand. Die Lücken und Zwischenräume dieses Gerüstes waren mit Fettgewebe erfüllt, welches sich in dem Maße mehrte als der Knorpel theilweise schwand, in einzelne Stücke sich löste. In diesem somit schon ziemlich komplicirten Zustande, nehme ich an, sei die Einrichtung auf Stenops übergegangen. Wie aber alle Skeletgebilde, welche Durchbrechungen zeigen, die von anderem indifferenteren Gewebe erfüllt sind, ihre niederen Befunde, sagen wir die Anfangszustände, in viel einfacheren Formen besitzen, so glaube ich auch hier eine einfachere Form des Knorpelgerüstes voraussetzen zu dürfen. Diese Form mag dem Kern der Unterzunge entsprochen haben, wie ich bereits oben darauf hinwies.

Sehen wir von der speciellen Gestaltung des bestehenden Knorpelgerüstes ab, eben so von der Frage, welche frühere Form dieses Gerüst besessen habe, so liegt schon in der Thatsache des Bestehens eines Skeletgebildes in der Unterzunge etwas überaus Wichtiges. Die Unterzunge ist dadurch nicht ein einfaches Schleimhautgebilde. Sie führt einen Skelettheil, dessen Bedeutung jetzt zu bestimmen ist.

In meiner früheren Mittheilung habe ich darauf hingewiesen, wie die Unterzunge zur Zunge selbst gehört, und wie man diesen Satz auch umkehren kann, indem man sagt: die Zunge gehört zur Unterzunge. Es wäre das nicht der erste Fall, dass der voluminösere Bestandtheil eines einheitlichen Organes, — als ein solches können wir Zunge und Unterzunge zusammen betrachten, — nicht der ursprünglichere ist. Wendet man das auf die Zunge von Stenops an, so hat man für diese den Besitz eines knorpeligen Skeletgebildes zu konstatiren. Suchen wir durch Vergleichung diesen Skelettheil zu bestimmen, so müssen wir uns zu den unterhalb der Säugethiere stehenden Abtheilungen wenden. Einer solchen Stütze begegnet man in der Zunge der Reptilien und der Vögel.

In beiden Abtheilungen bestehen sehr verschiedene Verhältnisse. Es scheint mir daher unthunlich, den Unterzungenknorpel von Stenops auf Zustände zu beziehen, welche bei Reptilien oder Vögeln bestehen, ohne diese näher ins Auge zu fassen. Bei den Vögeln legt sich der Zungenbeinapparat, wie Parker beim Hühnchen gezeigt hat, aus zwei unpaaren (Copulae) und zwei paarigen Elementen (Bogen) an, deren letzter gegliedert ist. Die beiden ersten paarigen Stücke repräsentiren die Keratohyalia, und sind dadurch homolog den vorderen Hörnern des Zungenbeins der Säugethiere. Die folgenden paarigen Elemente sind den hinteren Hörnern des Zungenbeins der Säugethiere homolog. Da nun das erste unpaare Stück bei den Vögeln, welches man als Os entoglossum bezeichnet, aus den vorderen Hörnern entstanden ist, wenn es auch vor dem Zungenbeinkörper lagert, so ist das bei Stenops im Knorpel der Unterzunge vor dem Zungenbeinkörper befindliche Skeletstück bestimmt nicht dem Os entoglossum der Vögel vergleichbar, da die vorderen Zungenbeinhörner hier ja modificirt bestehen und an jenem Knorpel sicher nicht betheiligt sind. So weit die Thatsachen bis jetzt zu übersehen sind, besteht also unter den Vögeln kein Homologon mit jenem Knorpel. Die Vögel kommen daher für unsere Zwecke außer Betracht, wie auch immer die unter einander verschmelzenden und

sehr mannigfaltige Bildungen liefernden Elemente des ersten Paares sich in den Zungenkörper erstrecken. Wenn man im ersten Augenblicke durch die Verhältnisse der Unterzunge von Stenops an eine Vogelzunge erinnert wird, so darf man bei der totalen Verschiedenheit des Skelettes dieser Zunge doch nicht an die Abstammung von einer Vogelzunge denken.

Unter den Reptilien bieten die Saurier am ehesten Anhaltepunkte zur Vergleichung, da hier das Basihyale oder der Körper des Zungenbeins einen Fortzatz aussendet, welcher bei manchen gegliedert ist. Dieser Fortsatz erstreckt sich in die Zunge, bildet einen dem Basihyale abgegliederten Knorpel von meist linearer oder stäbchenförmiger Gestalt. Ob dieses somit vor dem Basihyale liegende Stück selbständig entsteht, ist ungewiss. Nach Parker geht es bei Lacerta vom Basihyale aus. Als zum Basihyale oder dem Zungenbeinkörper gehörig möchte auch ich diesen Skelettheil ansehen. Denn ein solcher Fortsatz erstreckt sich auch bei Schildkröten in die Zunge und ist hier entschieden nur ein Theil des Zungenbeinkörpers, von dem aus er entsteht und mit dem er beständig verbunden bleibt. Ein bei Schildkröten kürzerer Fortsatz des Basihyale erscheint also bei Sauriern in verlängerter Form und kann sich sogar abgliedern und wie ein besonderes Skeletelement sich darstellen. Indem ich das letztere vom Basihyale ableite, schließe ich dadurch zugleich die Vorstellung aus, dass in jenem v o r dem Basihyale liegenden Gebilde ein noch primitiveres, phylogenetisch sehr weit zurückliegendes gegeben sein möchte. Ich meine eine Copula, welche dem Kiefer- und dem Zungenbeinbogen angehörte. Es besteht kein Grund, einen solchen Zustand voraussetzen zu sollen. Jenen Skelettheil der Saurier damit zu vergleichen, verbietet einmal die Thatsache, dass die fragliche Copula phylogenetisch schon sehr frühzeitig verloren gegangen ist, selbst bei den Selachiern nicht mehr vorkommt, und zweitens, dass die Selbständigkeit jenes Knorpels der Saurier sekundär erworben ist, da derselbe vom Basihyale ausgeht.

Diesen in die Zunge der Saurier sich erstreckenden Skelettheil betrachte ich nun als Homologon des Unterzungenknorpels von Stenops, und glaube, dass man den letzteren von einem ähnlichen Zustande ableiten kann, der bei den Voreltern der Säugethiere bestanden haben muss. Erkennt man aber im Knorpel der Unterzunge einen typischen Skelettheil, so hat man auch jene Knorpelreste, deren oben in der Unterzunge von Tarsius gedacht ward, hierher zu beziehen. Sie dienen der Vorstellung von der Rückbildung jenes

Skelettheils zur Ergänzung. Die schon in den Knorpeltheilen von Stenops ausgesprochene Rückbildung ist bei Tarsius bis zum äußersten Grade gediehen, und bei Lemur ist der Schwund jenes Skeletgebildes vollständig vor sich gegangen. **Die Unterzunge gewinnt durch jenen Skelettheil die Bedeutung eines der Zunge niederer Wirbelthiere morphologisch gleichwerthigen Organes.** Sie wird in Bezug auf das in ihr befindliche Skeletgebilde vergleichbar der Saurierzunge, von der sie jedoch dadurch verschieden ist, dass sich keine Muskulatur in sie erstreckt, und dass ein mächtiger verhornter Epidermisüberzug sie überkleidet. Durch letzteren kommt sie mit der Zunge der meisten Vögel überein. Diese Übereinstimmung ist dadurch etwas beeinträchtigt, dass bei den Vögeln die verhornte Epithelschicht auf der Oberfläche der Zunge mächtiger ist, als auf der unteren. An der Unterzunge ist das umgekehrte Verhalten der Fall. Dieses verliert jedoch seine Eigenthümlichkeit durch die Berücksichtigung der gesammten Zunge. Die obere Fläche der Unterzunge ist zunächst durch die Anlagerung an die Zunge in ein neues Verhältnis getreten. Ihre obere Fläche ist dadurch nicht mehr in dem Sinne freie Fläche wie es die untere ist. Daraus leitet sich das Verständnis der Rückbildung der Epithelschicht ab, an welche Rückbildung allmählich die von hinten nach vorn zu stattfindende Vereinigung mit der Muskelzunge sich anschließt. Von diesem Gesichtspunkte aus ist jenes verschiedene Verhalten der Epithelschicht kein Hindernis für die Vergleichung. Aus jenen beiden Abtheilungen haben sich Einrichtungen in der Unterzunge erhalten, während in derselben zugleich andere, die Beziehung auf je eine jener Abtheilungen ausschließende Einrichtungen gegeben sind. Dieses lässt schließen, dass das Organ der Säugethiere weder von der Zunge der Vögel noch von jener der Reptilien abgeleitet werden kann, sondern nur von einem tiefer stehenden Zustande, aus welchem auch die heutigen Sauropsiden hervorgegangen sind.

Die Unterzunge ist aber als Theil der Zunge nicht ohne die letztere völlig richtig zu verstehen. Wenn wir die Unterzunge mit einer wahren Zunge vergleichen konnten, wie sie in unteren Abtheilungen vorkommt, so ist die muskulöse Zunge von Stenops nicht jenen Zungen homolog. Da aber die Zunge von Stenops so gut wie die anderer Prosimier eine Säugethierzunge ist, ganz zweifellos dasselbe Organ, wie es andere Säugethiere besitzen, so können wir überhaupt die Säugethierzunge nicht für homolog mit jenen niederen Zungen erklären, wie dieses schon früher aus anderen Gründen dar-

gelegt wurde. Die Frage nach der Unterzunge hat das Problem der Zunge hervorgebracht.

Im Gegensatze zur Unterzunge liegt in der Säugethierzunge ein eminent muskulöses Organ vor, welches wir, durch sein bedeutendes Volum veranlasst, als das Hauptorgan, auch bei Stenops, erklären, indess die Unterzunge demselben nur wie ein Anhang angefügt ist. Die letztere wird in die Zunge aufgenommen, derart, dass die obere Fläche der Unterzunge sich mehr und mehr mit der Unterfläche der Muskelzunge verbindet. Von diesem Vorgange lehrt die Vergleichung eine Reihe einzelner Stadien kennen, oder: aus jenen einzelnen Stadien folgern wir den Vorgang. Es besteht aber kein Grund zur Annahme, dass der jetzt noch vorhandene niederste Zustand, wie ihn Stenops bietet, jeweils der niederste war.

Wir sind durch die bezüglich der Struktur der Unterzunge gewonnenen Erfahrungen, so wie durch die Vergleichung zu der Einsicht gekommen, dass die erstere mit großer Wahrscheinlichkeit eine wirkliche Zunge repräsentirt, dass sie ein Organ vorstellt, dessen Eigenthümlichkeiten zwar in keiner der gegenwärtig bekannten Zungenbildungen mehr sich vereinigt finden, aber sich aus solchen Einrichtungen zusammensetzen, welche getrennt sowohl bei Reptilien als auch bei Vögeln noch bestehen. In dem Maße als sich diese Vorstellung von einer ursprünglichen Selbständigkeit des Gebildes, welches wir jetzt Unterzunge nennen, befestigt, in demselben Maße muss die Wahrscheinlichkeit schwinden, dass die muskulöse Zunge der Säugethiere ein aus früheren Zuständen ererbtes Organ sei. Schon in meiner ersten Mittheilung habe ich aus einigen Thatsachen der Muskulatur der Zunge angedeutet, dass die Säugethierzunge ein besonderes Organ vorstelle, welches sich von den niederen Zungenbildungen nicht ableiten lasse. Somit haben wir in Zunge und Unterzunge zwei Gebilde von sehr verschiedenem phylogenetischem Werthe vor uns. Die Unterzunge deutet auf eine ältere, aber in Reduktion begriffene Bildung hin, die bei den meisten Säugethieren gänzlich verloren ging, die Muskelzunge dagegen erscheint als ein dafür neuentstandenes Organ, welches wahrscheinlich aus dem hintersten Theil der ersteren sich hervorbildete. Der hintere, dem Zungenbeinkörper benachbarte Theil der primitiven Zunge würde, dieser Vorstellung gemäß, in die neugebildete Muskelzunge übergegangen sein. Wir hätten also die Muskelzunge nur in beschränktem Sinne eine Neubildung zu nennen, eben so wie die ursprüngliche Zunge nur theilweise, mit ihrem vorderen Abschnitte sich rückgebildet hat. Eben

dieser Theil stellt dann die Unterzunge vor. Dass dieses Rudiment dann keine eigene Muskulatur besitzt wird durch jene Annahme begreiflich, dass eben die Muskulatur der primären Zunge in die Muskelzunge übergegangen ist.

Als eine Vermuthung darf ich wohl noch hinzufügen, dass die selbständige Entfaltung der Muskelzunge unter nur theilweiser Verwerthung des primitiven Zungengebildes durch die Beschaffenheit des letzteren bedingt war, welche sowohl durch die derbe Hornschicht ihres Überzuges als auch durch den Besitz eines Binnenskelettes wenig geeignet sein konnte, vollständig in die bewegliche Muskelzunge überzugehen. Ihr Rest blieb in der Unterzunge erhalten.

Die von mir dargelegte Ansicht von der Unterzunge und ihrer Bedeutung für die Zunge selbst, mag vorläufig als Hypothese gelten, deren Begründung erst im Beginne steht. So weit die Unterzunge direkt in Betracht kommt, glaube ich einen Beitrag zu jener Begründung geliefert zu haben. Angriffe der Frage von noch anderen Seiten werden nöthig sein zur vollständigen Lösung des Problems.

2. Einiges über die Struktur der Zunge von Stenops und Tarsius.

Bevor es möglich sein wird, über den Bau der Zunge der Prosimier die von der Muskulatur ausgehenden Grundlagen in umfassenderer Weise festzustellen, mögen einige anatomische Thatsachen, welche aus der Untersuchung der in der vorigen Mittheilung benutzten Schnittserien gewonnen sind, vorgelegt werden. Ich beabsichtige dabei nur solche Verhältnisse mitzutheilen, welche zur Verwerthung für die angeregte Frage geeignet sind.

In der Zunge von Stenops besteht ein median verlaufendes strangartiges Gebilde, welches man für die sogenannte »Lyssa« halten könnte. Da mit dem letzteren Namen sehr mannigfaltige, verschiedenartig zusammengesetzte Theile belegt werden, ziehe ich vor, diese Bezeichnung vorläufig nicht in Gebrauch zu nehmen. Jener drehrunde Strang beginnt da, wo die Unterzunge mit breiterer Verbindungsstelle der Zunge verbunden ist und setzt sich durch die Länge der Zunge bis nahe an die Spitze derselben fort. Er misst dabei 0,4 mm in der Dicke, vorn etwas weniger. Hinten bietet er gleichfalls eine Kaliber-Abnahme, allein in Verbindung mit einer beson-

deren Modifikation, welche eben so wie eine terminale Modifikation zu erwähnen sein wird.

Die Lage des Stranges im Körper der Zunge Fig. 1—4 *s* ist zwar im Allgemeinen überall die gleiche, in so fern dieselben Theile die Nachbarschaft abgeben, allein sie ändert durch den Wechsel des Umfanges jener Nachbartheile. Auf der noch das Frenulum der Unterzunge tragenden Zungenstrecke (Fig. 2 liegt der Strang viel näher der unteren Zungenfläche als der oberen, weiter nach vorn zu kommt er etwas entfernter von der Unterfläche zu liegen und ist endlich vorn ziemlich genau in der Mitte der Dicke der Zunge zu finden. Er ist von unten her wie in die Muskulatur eingeschoben. Vorn hat er unter sich lockeres Bindegewebe, in welchem mehrere größere Lymphräume sich finden (Fig. 8). Dieses Bindegewebe erstreckt sich direkt zur Unterzunge, geht in jenes Gewebe über, welches den Kern der Unterzunge umgiebt. Nach oben geht von dem Strange das Septum linguae aus. Die seitlichen Muskelmassen der Zunge, welche vorn unterhalb des Stranges weit aus einander weichen, rücken hinten näher gegen einander, wobei das unterhalb des Stranges befindliche Bindegewebe von der Seite her komprimirt sich darstellt.

Der Strang selbst besteht in seiner ganzen Länge aus einer äußeren Bindegewebshülle (Fig. 14 *f*) und davon umschlossenen Fettzellen. Die Hülle misst 0,024—0,030 mm an Dicke und zeigt eine deutliche koncentrische Schichtung: die Fettzellen verhalten sich in ihrer Anordnung jenen ähnlich, die in der Unterzunge beschrieben sind. Bei geringer Vergrößerung giebt der Strang auf dem Querschnitt ein der Chorda dorsalis ähnliches Bild. Zwischen den Fettzellen treten hin und wieder Bindegewebszüge hervor, die sich auch mit der Umhüllung in Zusammenhang setzen. Von der Hülle löst sich an einzelnen Stellen eine Schicht ab und verläuft durch den Strang, so dass der letztere dann in zwei meist sehr verschieden große Theile getrennt wird, ohne dabei seine äußere Gestalt zu verlieren. Andere Modifikationen bestehen darin, dass die abgezweigte Bindegewebsschicht von der Hülle spiralig ins Innere tritt, oder dass eine innere Schicht sich abgelöst hat und eine kleinere Menge von Fettzellen umschließt. Es zeigt sich dann auf dem Querschnittsbilde ein kleinerer, Fettgewebe umschließender Faserring innerhalb eines größeren, den er auf einer Strecke berührt, indess der übrige Raum zwischen beiden Ringen ebenfalls von Fettzellen erfüllt wird. Diese mannigfaltigen Formen gehen in einander über und zeigen da

neue Zustände, die zu beschreiben mir nicht nöthig scheint. In den stärkeren Bindegewebslagen nimmt eine kleine Arterie (Fig. 14 *g*) ihren Weg und zeigt nur sehr spärliche Verzweigungen. Eine Vene habe ich vermisst.

Außerhalb der Bindegewebsscheide dieses Stranges findet sich mehr lockeres Bindegewebe, welches einen um die Scheide verbreiteten Raum, wohl einen Lymphraum (Fig. 14 *L*) umzieht. Dieser ist häufig unterbrochen. Am vorderen Ende des Stranges ist das von dessen Scheide ausgehende Fachwerk reicher geworden, Gruppen von Fettzellen werden vollständiger von einander getrennt, die Kontour der Hülle erscheint unregelmäßiger, durch Ausbuchtungen im Querschnitte mannigfach gestaltet. Dabei ist auch eine Volumverminderung aufgetreten und endlich sind nur noch einige Fettzellengruppen vorhanden, welche die gemeinsame Hülle verloren haben. Am hinteren Ende besteht etwas Ähnliches. Man findet hier erst 2, dann 3—4 Gefäßlumina auf dem Querschnitte, die viel bedeutender sind und einen großen Theil des Stranges einnehmen. Unter Minderung des sie umgebenden Fettes und Schwund der gemeinsamen Bindegewebshülle sind von dem Strange nur die Blutgefäße übrig geblieben. Auch hier habe ich mich nur von Arterien sicher überzeugen können. Diese Gefäße lassen sich dann noch sehr weit nach hinten verfolgen (Fig. 5, 6). Sie sind stets unterhalb des Septum gelagert und treffen sich endlich zwischen den beiderseitigen Musculi genio-glossi, in welcher Lage sie bis in die Zungenwurzel verfolgbar sind. Auf diesem letzteren Wege trifft man die Gefäße gleichfalls von Fettzellen umlagert, aber diese füllen nur die Lücken zwischen Muskeln und Gefäßen aus, ohne eine Spur der weiter vorn bestehenden Umhüllung zu besitzen.

In diesen Befunden können zwei Dinge auffallen. Erstlich die Blutgefäße, zweitens die Strangbildung mit ihrer besonderen Umhüllung. Die Blutgefäße, vorn nur durch ein einziges Stämmchen vertreten, hinten viel bedeutender, entsprechen anscheinend nicht der gewöhnlichen Gefäßvertheilung in der Zunge. Die Hauptbahnen liegen seitlich, in Begleitung von Nervenstämmchen, und sind überall leicht nachzuweisen. Hat nun die Strangbildung zu jenen Blutgefäßen irgend eine Beziehung? Man möchte es glauben, da der Strang in der Fortsetzung der Gefäße liegt; aber es ist doch wieder nichts Bestimmtes nachzuweisen. Dass beide Gebilde von einander unabhängig seien, möchte ich schon aus dem Umstande erschließen, dass hinten die Gefäße ohne besondere Umhüllung bestehen. Wo der Strang

beginnt, ist an den Gefäßen schon eine beträchtliche Kaliberreduktion eingetreten, und zwar, nachdem sie in die Muskulatur der Zunge reiche Zweige entsendeten. Die hintere Strecke der Gefäße gehört bezüglich des Verzweigungsgebietes der Muskulatur der Zunge an. Diese bilden auch in so fern nichts Besonderes, als auch bei anderen Säugethieren genau an derselben Stelle eine Arterie verläuft. So finde ich es bei einigen Chiropteren, bei der Hausmaus und beim Hunde. Auch beim Menschen ist unter dem Septum ein größeres Arterienstämmchen zu beobachten. Einmal vom Strange umschlossen, gehen von der Arterie keine Verzweigungen durch dessen Hülle hindurch. Der vordere Abschnitt dieser Gefäßbahn gehört nur dem Strange an.

Was die Hülle des Stranges betrifft, so lehrt sie, dass in letzterem etwas Eigenthümliches gegeben ist. Ihre vollkommene Selbständigkeit in der ganzen Länge des Stranges, der streckenweise sogar von Lymphbahnen umscheidet scheint, verbietet hierin etwas Gleichgültiges zu erblicken. Der Strang erscheint als ein räumlich scharf abgegrenztes Organ.

Bei Tarsius ist nichts jenem Organe Ähnliches zu erkennen gewesen. Auch bei den oben genannten anderen Säugethieren habe ich nichts direkt hierher Beziehbares aufgefunden. Dagegen wird von Prinz Ludwig Ferdinand von Bayern in seinem Werke über die Anatomie der Zunge[1] bei der Hausmaus ein mit Fettzellen gefüllter Längsstrang angegeben, welchem nach Ausweis der Abbildungen dieselbe Lage in der Zunge zukommt, wie der Strang bei Stenops ihn besitzt. Ich finde nun an derselben Stelle auch bei Mus musculus ein besonderes Gebilde, und zwar übereinstimmend bei drei untersuchten Exemplaren. Das strangartige Gebilde wird aber durch Längsmuskelfasern dargestellt und von Fettzellen ergab sich mir keine Spur. Ob in einzelnen Fällen an der Stelle von Muskelfasern Fett vorkommt, muss ich dahingestellt sein lassen.

Der Muskelstrang wird nur im vorderen Theile der Zunge angetroffen, da, wo er hinten endigt, finden sich die schon erwähnten Blutgefäße, welche hier sogar noch ansehnlicher als bei Stenops sind. Um die Längsbündel besteht eine Ringmuskelschicht. Dadurch wird an das, was man beim Hunde als Lyssa zu bezeichnen pflegt, erinnert.

Ob diese Bildungen unter einander einen Connex besitzen, ist

[1] Die Anatomie der Zunge. München 1884.

noch nicht bestimmbar. Beachtenswerth ist die Lage, in so fern diese an der Unterfläche der Muskelzunge sich findet. Das gilt sowohl für den Fettzellenstrang, wie von dem Muskelstrang. Wo sie auch ins Innere der Zunge rücken, da sind sie doch nie von der eigentlichen Muskulatur der Zunge, etwa durch transversale Züge, nach unten hin abgegrenzt. Nur Bindegewebe trennt sie von der Unterfläche. Dadurch besteht eine Nachbarschaft zur Unterzunge. Diese Nachbarschaft leitet auf den Gedanken, dass der Fettzellenstrang bei Stenops aus der Unterzunge stammen möchte, aus letzterer bei der phyletischen Entstehung der Zunge in diese mit aufgenommen sei. Ähnliches möchte vielleicht auch von dem Muskelstrange gelten, der dadurch innerhalb einer ihm fremden Muskulatur seine Selbständigkeit behalten hat. Ob diese Meinungen sich werden näher begründen lassen, ist noch nicht abzusehen.

In dem Verhalten der Muskulatur der Zunge zeigt Stenops folgendes Bemerkenswerthe: In der ganzen Zunge besteht eine sehr bedeutende Längsmuskulatur. Dass diese von einem M. hyo-glossus stammt, kann ich nur vermuthungsweise angeben. Die Längszüge bilden, in zahlreiche kleinere Bündel aufgelöst, einen Mantel um die ganze Zunge, bis auf eine untere mediane Unterbrechung. Hier sind die lateralen Muskelmassen durch Bindegewebe von einander geschieden, welches sich keilförmig zwischen sie eindrängt, und bis zu dem beschriebenen Strange emporreicht. Oben unter dem Rücken der Zunge sind die Bündel am dicksten, seitlich und gegen die Unterfläche zu sind sie schwächer, aber am zahlreichsten. Von den oberen Bündeln übertrifft eines, in der Mitte gelagert, die übrigen bedeutend an Mächtigkeit. Während die unteren Längsbündel bis zur Spitze verlaufen, enden die oberen viel früher, schon in dem vorderen Viertel der Länge, und nur das mediane Längsbündel setzt sich etwas weiter als die übrigen nach vorn zu fort. Die Längsbündel werden von einander getrennt durch zwischen ihnen verlaufende perpendikuläre und transversale Fasern. Beide bieten im Allgemeinen das auch von der menschlichen Zunge bekannte Verhalten. Die transversalen Züge zeigen außer den vom Septum linguae ausgehenden Fasern noch solche, welche sich oberhalb des Septums kreuzen. Aus den Längsbündeln treten einzelne Züge in transversale Bahnen über.

Das Bestehen eines Septum oder einer Raphe linguae ist fast in der ganzen Länge der Zunge nachweisbar (Fig. 1, 2, 3 *r*). Dieser Theil wird durch weiches Bindegewebe gebildet. Er erstreckt sich,

so weit der oben beschriebene Strang besteht, von diesem aus bis zum medianen Längsbündel empor. Wo letzteres nicht mehr vorkommt, ist auch die Raphe viel undeutlicher und die transversalen Züge treten, mit schräg sich kreuzenden untermischt, reichlich über die Medianlinie hinweg. Am hinteren Theile der Zunge wird die Raphe von zahlreichen Fettzellen durchsetzt, die vereinzelt auch noch weiter vorne, wo schon der Strang besteht, zu finden sind.

Am meisten beachtenswerth erscheint mir das Verhalten des M. genio-glossus. Als solchen sehe ich eine Muskulatur an, die am proximalen Ende der Unterzunge in Gestalt von zwei starken Bündeln vom Boden der Mundhöhle her zwischen die seitlichen Muskelmassen median sich eindrängt. Jedes Bündel wird durch einzelne Blätter von Muskelfasern gebildet, welche in die Zunge emportreten, wobei sie bis zwischen die Längsbündel der dorsalen Fläche zu verfolgen sind. Aus dem in Fig. 5 dargestellten Schnitt geht hervor, dass der Muskel unterhalb der Zunge von vorn nach hinten verläuft und in der Zunge etwas von hinten nach vorn: denn er ist hier in beiden Lokalitäten auf dem Durchschnitte zu sehen, und beide Partien sind von einander getrennt. Erst auf dem folgenden Schnitt ergiebt sich ein Zusammenhang. Diese Muskulatur ist in der Schnittserie eine Strecke weit nach vorn verfolgbar. Die von unten nach hinten und aufwärts tretenden Züge bleiben zum größten Theile im hinteren Abschnitte der Zunge und gehen nur mit einem ganz geringen Theile weiter vorwärts. In dem Theile der Zunge, an welchem das Frenulum linguae sich nicht mehr zur Unterzunge erstreckt, bestehen nur noch ganz unansehnliche Reste jener Muskulatur unterhalb der medianen Blutgefäße. Hier bilden sie schräge Durchkreuzungen, aus denen Fasern lateralwärts in die perpendikuläre Bahn verfolgbar sind.

Eine andere Eigenthümlichkeit betrifft die Muskelfasern des longitudinalen Systems. Während die Formelemente der Zungenmuskulatur, so weit bis jetzt bekannt, an Stärke einander ziemlich gleich sich verhalten, besteht in den Längsfasern bei Stenops eine ganz bedeutende Differenz. Man findet hier Fasern, welche das Fünf- bis Sechsfache der Dicke der übrigen Fasern messen. Solche relativ mächtige Fasern finden sich meist vereinzelt, eine bis höchstens zwei einem Muskelbündel zugetheilt. Um etwa bloß verklebte Elemente oder andere Täuschungen kann es sich hier nicht handeln. In Fig. 14 ist seitlich eine Gruppe von Fasern auf dem Querschnitte dargestellt, darunter einige der stärkeren. In dem perpendikulären und dem

transversalen Fasersystem habe ich zwar gleichfalls einige Kaliberdifferenz der Fasern wahrnehmen können, aber bei Weitem nicht in dem Umfange, wie er an den Längszügen und zwar nur an den unteren besteht.

Von der Zunge von Tarsius sei das Fehlen einer Raphe erwähnt. Dieser Mangel erstreckt sich fast auf die ganze Zunge, denn nur ganz hinten, in der Nähe des Hyoid ist ein ganz kurzes mediales Bindegewebsseptum vorhanden, sonst besteht von einem solchen keine Spur. Man erblickt auf dem Querschnitte im Inneren der Zunge nur sich durchflechtende Muskelzüge oder in Lamellen geordnete Bündel, die von der einen Seite nach der anderen hinüber treten (vgl. Fig. 15). Es besteht da ein ähnliches Verhalten wie es bei Stenops nur nahe am distalen Ende zu beobachten war. Viele der Züge bei Tarsius nehmen eine transversale Verlaufsrichtung, bald mehr horizontal, bald schräg. Dazwischen sind dann perpendikuläre Züge zu beobachten. Ein solches Verhalten kommt auch in der Zunge mancher anderen Säugethiere vor, wenn auch nur auf die Gegend der Zungenspitze beschränkt. So habe ich es in der Zunge von Chiropteren[1] gefunden, wo es Vesperugo pipistrellus am ausgebildetsten besitzt. Eine Raphe besteht nur an den hinteren zwei Dritttheilen der Zunge. Wo sie aufhört, da beginnt jene wechselseitige Durchflechtung. Da die Raphe kaum bis zur Mitte der Dicke

[1] Unter den Säugethieren, bei denen ich mit negativem Erfolge eine Unterzunge gesucht hatte, wurden auch Chiropteren aufgeführt. Da von diesen schon seit Langem durch Kolenati (Sitzungsberichte der K. Akad. zu Wien Math.-naturwiss. Klasse. Bd. XXIX pag. 329) ein Organ beschrieben worden ist, welches zu der früheren Konfusion bezüglich der sublingualen Bildungen leicht neuen Anlass geben könnte, so darf ich hier wohl darauf zurückkommen. Werden doch immer noch die Chiropteren als im Besitze einer Unterzunge angeführt! Kolenati fand »unter der Fleischzunge« »bei allen Chiropteren höchst charakteristische, blattartige, häutig-knorpelige Organe, welche an ihren Rändern und an der Spitze bei jeder guten Art charakteristisch geformt oder ausgefranst sind«. Diese Beschreibung, wie auch die bezüglichen bildlichen Darstellungen lassen sich ziemlich gut auf das Verhalten der Unterzunge der Prosimier beziehen. Sie stimmen am meisten mit dem überein, was schon Tiedemann über Stenops gracilis geäußert hat. In der Wirklichkeit aber sind sie nichts Anderes als Plicae sublinguales. Nach Kolenati sollen sie in Bewegung versetzt werden können und einen eigenthümlichen, schwirrenden Ton hervorbringen, daher er sie »Schwirrzungen« genannt hat. Diese Bewegung wird wohl weniger durch eine besondere Muskulatur als durch die Bewegung der Zunge selbst zu Stande gebracht. Mit allen den Fragen, die hier zu erörtern sind, haben sie nichts zu thun. Eine eigentliche Unterzunge fehlt den Chiropteren, wenigstens den einheimischen Gattungen.

der Zunge emporreicht, so ist über derselben gleichfalls ein wechselseitiger Austausch von Muskelfasern gegeben, der sich dorsalwärts bis zu einem medianen Längsbündel erstreckt. Dieses Bündel ist eben so bei V. noctula zu beobachten und kommt bei beiden mit dem von Stenops beschriebenen überein. Bei Rhinolophus fehlt dasselbe.

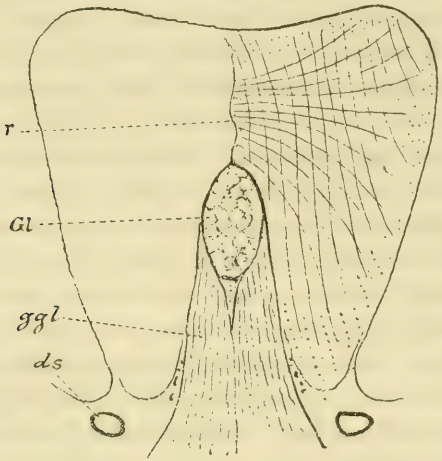
Der geschilderte, bei Tarsius in der ganzen Ausdehnung der Zunge zu beobachtende Faseraustausch ist mit dem Fehlen eines besonderen M. transversus kombinirt. Man sieht zwar auch quere Züge (Fig. 15*t*), allein der größte Theil derselben ist als aus den schrägen abgelenkt nachzuweisen (Fig. 15*t'*). Auch bei den erwähnten Chiropteren ist Ähnliches in jenen Theilen der Zunge zu beobachten, wo nicht mit dem Vorkommen einer Raphe ein an dieser beginnender, lateral divergirender M. transversus besteht. Es sind longitudinale Züge, welche unter medianer Durchkreuzung eine schräge Anordnung einnehmen und aus dieser früher oder später in eine quere Richtung übergehen. Ich folgere aus diesen Thatsachen, **dass der M. transversus kein ursprünglich der Zunge angehöriger Muskel ist, sondern aus der longitudinalen Muskulatur entstand.** Die Längszüge derselben gehen schräg zur anderen Seite und gewinnen dann einen queren Verlauf.

Eben so weit hinten wie bei Stenops tritt auch bei Tarsius ein paariger Muskel von unten in die Zunge ein. Ich nehme ihn für einen Genioglossus, indem ich vorläufig dahingestellt sein lasse, ob es nicht eine Abzweigung des Genio-hyoideus ist, denn von dem sonst sehr genau beobachtenden Burmeister[1] wird angegeben, dass ihm die Trennung der Genio-glossi von dem Genio-hyoideus nur sehr unvollständig gelang. Wie bei Stenops sind diese Muskeln nicht voluminös, sie gehen in vertikale Bündel über, welche ich auch hier nicht sehr weit in den die Unterzunge tragenden Theil der Zunge verfolgen konnte. Zwischen den beiderseitigen Muskeln fand sich eine Drüse gelagert. Sie war schon, bevor die Muskeln in die Zunge eintraten, vorhanden und trennte die unteren Theile jener Muskeln von einander, indess die oberen über der Drüse an einander schlossen (Fig. 12). Sie mündet vorn am Boden der Mundhöhle aus und gehört der sublingualen Drüsengruppe an. Man könnte also die Drüse als unterhalb jener Muskeln gelagert betrachten. In etwas anderer Lagebeziehung zu den Mm. genio-glossi fand ich bei Rhinolophus ferrum equinum eine Drüse. Ich beschreibe sie hier kurz, obwohl ich an-

[1] Beiträge zur näheren Kenntnis des Genus Tarsius. Berlin 1846. pag. 35.

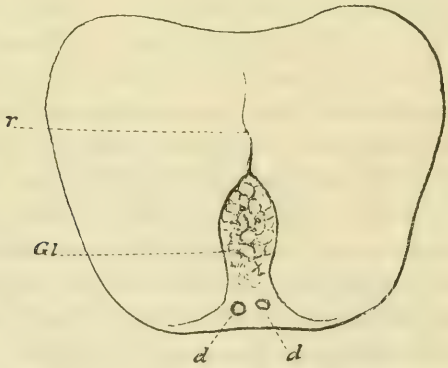
nehmen muss, dass sie nichts mit dem Organe von Tarsius gemein hat. Die in die Zunge eintretenden Mm. genio-glossi fassen beiderseits divergirend eine auf dem Querschnitte ovale Drüse zwischen

Fig. 2



sich. (Vergleiche die vorstehende Figur 2 von einem Querschnitte aus dem hinteren Theile der Zunge von Rhinolophus.) Sie reicht bis zur Raphe empor und liegt hinten in der Mitte der Höhe der Zunge,

Fig. 3.



vorn etwas unterhalb derselben. So erstreckt sie sich fast in einem Viertel der Zungenlänge. Am Gesammtvolum kommt sie nahezu einer Sublingualdrüse gleich. Auf einem Querschnitte repräsentiren sich etwa je 16—20 Acini. Im Inneren der Drüse entstehen zwei Aus-

führgänge, woraus ich schließe, dass eigentlich zwei, aber durch die enge Verpackung mit ihren Acinis in einander gedrängte Drüsen bestehen. Die Ausführgänge senken sich allmählich, so dass sie weiter vorn an der Unterseite der Drüse liegen. Immer noch von Drüsenläppchen begleitet nähern sie sich im freien Theile der Zunge deren Schleimhaut und durchsetzen dieselbe an der Unterfläche der Zunge mit ihren Mündungen, welche nahe bei einander liegen. Die nebenstehende Figur 3 stellt einen Querschnitt vom freien Theile der Zunge mit der Drüse und deren nicht weit von der Mündung entfernten Ausführgängen dar. Bei Vesperugo kommt nichts von solchen Drüsen vor. Diese Drüse gehört, ihrer Mündung gemäß, den lingualen Drüsen an, die so mannigfaltig vorkommen. Von den bis jetzt bekannten, meist am Zungenrücken und am Rande in die Muskulatur eingedrängten, unterscheidet sie sich durch Lage und Mündestelle. Desshalb wollte ich ihrer kurz gedenken.

Das Verhalten der als Genio-glossi aufgeführten Muskeln bei Stenops und Tarsius halte ich für sehr beachtenswerth. Dabei ist völlig gleichgültig, ob diese Muskeln vom Genio-hyoideus völlig gesondert sind oder ob sie noch mit ihm zusammenhängen, was ich auch für Stenops für leicht möglich halte. Darüber haben spätere Untersuchungen zu entscheiden. Was uns hier interessirt, das ist einmal die sehr geringe voluminöse Ausbildung dieser von unten her in die Zunge tretenden Muskeln, welche bei den übrigen Säugethieren — jedenfalls bei der größten Mehrzahl derselben ein sehr bedeutendes Volum besitzen. Der größte Theil der gesammten Muskulatur der Zunge geht aus ihnen hervor. Außer dem geringeren Volum ist bei den Prosimiern von Wichtigkeit, dass sie sich nur im hinteren Theile der Zunge verbreiten, endlich bietet der sehr weit hinten erfolgende Antritt der Muskeln an die Zunge Interesse dar. Diese drei Punkte stehen unter sich in engem Connexe. Eine Erläuterung dieses Connexes hat von der Unterzunge auszugehen. Andeutungen über diese Verhältnisse sind von mir schon früher gegeben worden. Ich kann hier an dieselben anknüpfen. Es ward hervorgehoben, dass dem M. hyo-glossus die bedeutendste Rolle in der Muskulatur der Zunge zukomme (Reptilien) und dass, wo ein Genio-glossus besteht, dieser andere Verhältnisse zur Zunge darbiete als bei den Säugethieren. Der M. genio-glossus ward dadurch als ein erst bei den Säugethieren in die hier gegebenen Verhältnisse seiner Anordnung und Vertheilung eingetretener Muskel wahrscheinlich gemacht. Auf keinen Fall

ist der Muskel direkt aus irgend einem der bei den niederen Abtheilungen bestehenden Zustände der Zungenmuskulatur ableitbar.

Bei den Prosimiern steht der Genio-glossus auf einer tieferen Stufe als bei anderen Säugethieren, wo er fächerförmig in die ganze Zunge ausstrahlt. Er erreicht bei diesen auch früher die Zunge, d. h. er tritt schon weiter vorn in die Zunge ein. Das wird erst möglich, wenn die Unterzunge der ferneren Rückbildung sich unterzogen hat, indem sie ihre Selbständigkeit verlor und in die Muskelzunge überging. Von diesem Stadium ist Stenops noch weit entfernt, desshalb stellt er einen niederen Zustand vor. Bei Tarsius ist der Weg erkennbar, den die Assimilation der Unterzunge einschlägt. Die Muskulatur der Zunge greift auf die Unterzunge über, erstreckt sich derart in dieselbe, dass letztere nur mehr noch äußerlich ein besonderes Organ vorstellt. Aber dieses ist doch noch an seiner Oberfläche intakt, so dass jene von unten her in die Zunge dringende Muskulatur wie bei Stenops nur ein beschränkteres Verbreitungsgebiet in der Zunge erhalten kann.

Heidelberg, im Januar 1886.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXX und XXXI.

Fig. 1—7. Querschnitte der Zunge sammt der Unterzunge von Stenops gracilis. In Fig. 5—7 ist auch die Sublingualgegend mit dargestellt.

sl Unterzunge,
k Kern der Unterzunge,
s Fettzellenstrang der Zunge,
r Raphe der Zunge,
v mediane Blutgefäße,
n Nerven und laterale Blutgefäße,
mgl Musculus genio-glossus,
psl Plica sublingualis,
glsl Glandula sublingualis,
dsm Ductus submaxillaris,
dsl Ductus sublingualis.

Fig. 8. Querschnitt der Unterzunge von Stenops, in etwas stärkerer Vergrößerung (36/1). Im Kerne der Unterzunge ist peripherisch Knorpelgewebe dargestellt.

K ein größeres Knorpelstück im Inneren,
b Bindegewebe, welches sich gegen die Zunge empor erstreckt,
s Fettzellenstrang der Zunge,
m mediane Leiste der Unterzunge.

Fig. 9. Querschnitt durch die Unterzunge von Stenops.
K Knorpelbildungen im Kern der Unterzunge,
Z Muskulatur der Zunge.

Fig. 10. Querschnitt durch die Unterzunge von Lemur (28/1).
m Mediane Leiste der Unterzunge,
a tiefes Epithelzellenlager,
b verhornte Epithelschicht.

Fig. 11. Querschnitt durch die Unterzunge von Lemur gegen die Basis zu (28/1).
m, *a*, *b* wie in Fig. 10,
ms Muskelfasern,
l Leistenvorsprünge der Schleimhaut.
L Lymphraum (?).

Fig. 12. Querschnitt durch die Unterzungenregion von Tarsius spectrum, wobei von der Zunge nur der benachbarte Basaltheil mit dargestellt ist.
gl Drüse zwischen den Mm. genio-glossi,
ZZ Zungenbasis.
Übrige Bezeichnung wie in Fig. 5—7.

Fig. 13. Ein Theil der Unterzunge von Stenops gracilis, stärker vergrößert (350/2).
K Knorpel aus dem Kern der Unterzunge,
K K ein nahezu isolirtes Knorpelstückchen,
K' Gewebe aus viel kleineren Zellen,
K'' in dichten Gruppen gelagerte Zellen mit scharfer Kontour ihrer Höhlung,
K''' drei Zellen in einer gemeinsamen Höhlung,
b Bindegewebszüge,
f Fettzellen,
B Bindegewebsschicht des Kernes,
B' Bindegewebsschicht der Schleimhaut,
Ep Epithel, *a* tiefste oder Cylinderzellenschicht,
b mittlere Lage,
c oberflächliche Lage.

Fig. 14. Querschnittsbild eines Theiles des Fettzellenstranges der Zunge mit benachbarter Muskulatur von Stenops (350/1).
f Faserhülle,
g ein Blutgefäß,
L Lymphspalten,
M Muskulatur,
m' Querschnitte von Muskelfasern.
R Raphe.

Fig. 15. Querschnitt der Zunge und Unterzunge von Tarsius spectrum. Auf der rechten Hälfte des Schnittes sind die perpendikulären Faserzüge in größerer Ausdehnung zu sehen, welche links nur auf unterbrochenen Strecken vorkommen *p*. Dagegen sind links die transversalen Züge deutlicher *t*. Nahe der Medianlinie sind schräge Züge bemerkbar *t'*.

Sl Unterzunge,
m mediane Leiste derselben,
v Blutgefäße und Nerven.

Fig. 16. Mittlerer Theil eines Querschnittes der Unterzunge von Tarsius, nahe vom hinteren Ende.

E Epithelüberzug,
K Knorpelrudimente,
m Muskelfasern, größtentheils im Querschnitte.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Morphologisches jahrbuch.
5
JUN 1 2 1964
BIND

AMNH LIBRARY
100130343